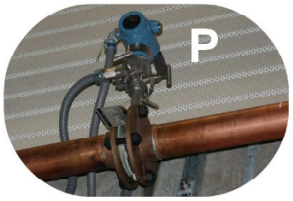
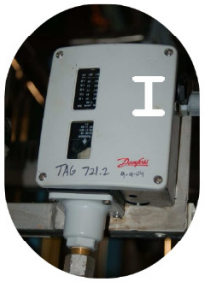
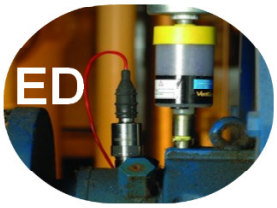
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

ACCIDENTOLOGIE DES AUTOMATISMES INDUSTRIELS
PARTIE 1/3



LE CAPTEUR





UN ALLIÉ DE LA SÉCURITÉ ?

ARIA
dgpr srt barpi

SOMMAIRE

1 LES CAPTEURS EN MILIEU INDUSTRIEL p. 3

1.1 Méthodologie de l'étude p. 4

1.2 Données globales p. 5

1.3 Accidentologie détaillée

1.3.1 Par secteurs d'activité p. 6
1.3.2 Par familles de capteurs p. 9
1.3.3 Par types d'accidents p. 10
1.3.4 Par conséquences des accidents p. 14
1.3.5 Par circonstances des accidents p. 16

2 QUELQUES QUESTIONS A SE POSER... p. 18

2.1 Le capteur est-t-il adapté à la fonction recherchée ? p. 18

2.2 Le capteur va-t-il fonctionner comme prévu ? p. 21

2.3 Le capteur donne-t-il une information juste ? p. 23

3 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS p. 25

Glossaire p.28

Bibliographie p. 29

Illustration de la page de garde: Destruction du dépôt pétrolier de BUNCEFIELD (UK) suite à la défaillance successive de 2 capteurs de niveaux (ARIA 31312)

L'observation humaine directe a longtemps été l'unique moyen dont disposait l'homme pour détecter une situation accidentelle ou une déviation dans le fonctionnement d'un procédé, puis l'apparition des capteurs et autres moyens d'enregistrement a permis à l'opérateur de percevoir la dimension dynamique des phénomènes. Première étape d'un système automatisé, la détection est aussi l'une des plus critiques puisque c'est elle qui apporte l'information, base indispensable aux processus décisionnels humains ou informatiques touchant à la sécurité des procédés et des installations industrielles. Entre 1981 et 2009, d'après la base de données fiabiliste OREDA, 42 % des défaillances des automates de contrôle et de sécurité dans les installations de 10 groupes pétroliers internationaux sont dues à une défaillance du capteur (contre 8 % pour la fonction traitement et 50 % pour la fonction actionneur, sur un pannel de 987 modèles de capteurs, 907 modèles de valves et 10 modèles d'unités logiques de contrôle).

Que de distance parcourue entre le thermomètre à mercure lu visuellement par l'opérateur et la sonde de température « intelligente » capable d'auto-correction, d'auto-diagnostic, configurable à distance et communiquant par bus avec l'automate !

Capteurs de niveau sans fil communiquant en réseau
(DR: BANNER ENGINEERING)

La perçée des capteurs en milieu industriel est sensible depuis plusieurs décennies. Un sondage effectuée auprès de 119 sites industriels français dont les procédés sont automatisés (chimie, pétrole et gaz, eau, agroalimentaire) a montré que 42 % d'entre eux avaient augmenté leur parc de capteurs en 2001 contre 0,9 % qui l'avaient diminué, soit une augmentation annuelle moyenne de 1,5 % [2]. Ce même sondage révèle que le parc moyen par site est de plus de 2000 capteurs. La croissance du marché des capteurs avait été évaluée à 6 % par an en 2008 [6].

Plusieurs facteurs expliquent la percée de ces équipements en milieu industriel: (r)évolutions technologiques (miniaturisation, traitement numérique, bus communiquant, nouveaux matériaux), baisse des coûts de fabrication (le prix d'un débimètre magnétique a été divisé par trois entre 1993 et 2003 [3]), influence de la réglementation en France et en Europe (MMR et MMRi, réduction des risques pour les PPRT, éléments importants pour la sécurité de la directive Seveso, obligation d'autosurveillance des rejets des installations classées IPPC, directive ATEX, directive machines) [9].

Paradoxalement, si ces évolutions technologiques constituent une avancée indéniable en matière de sécurité des procédés et des installations (autodiagnostic de défaillances par exemple), elles posent de nouveaux défis aux responsables de sites industriels [10] :

- **Comment choisir la technologie la plus adaptée aux risques des procédés et installations ?** il existe par exemple 7 technologies différentes pour un débitmètre ou un détecteur de niveau, chacune avec des sensibilités, temporisations, contraintes d'installation et de maintenance spécifiques ([3] [4]) ;
- **Comment connaître les interactions entre les composants d'une nouvelle technologie de capteur et les fonctions assurées par celui-ci ?** il s'agit en effet de définir ses modes de défaillance et établir son niveau de fiabilité [5] ;
- **Comment gérer une maintenance capteur de plus en plus complexe ?** il s'agit de déterminer la nature (en interne ou sous-traitée) et la profondeur de cette maintenance ;
- **Comment gérer l'obsolescence d'un parc de capteurs hétérogènes ?**

En termes d'accidentologie, cette « montée » en gamme et en accessibilité des capteurs a probablement permis de réduire la fréquence des accidents liés au manque de vigilance des acteurs (débordement, erreur de dosage...). A contrario, cette perçée de l'instrumentation demande plus que jamais le maintien en interne d'une expertise poussée en termes de spécification et de maintenance, comme l'a montré en 2005 l'accident du dépot pétrolier de *Buncefield* illustrant la couverture : les employés chargés de la maintenance connaissaient mal le fonctionnement du niveau de sécurité trés haut du bac qui a débordé et l'avaient désactivé sans le savoir lors d'un test de routine [13].

1.1 Méthodologie de l'étude

L'étude s'appuie sur l'analyse des accidents français répertoriés dans la base ARIA dont le niveau d'information est suffisant pour avoir une bonne compréhension de l'événement (causes, circonstances, conséquences). Ces accidents représentent un échantillon « primaire » de 20 329 accidents concernant des installations classées saisis jusqu'au 31/12/2011 (50 % des accidents de la base). Une recherche avec des mots-clefs liés au capteur (synonymes, dérivés), suivie d'une analyse du résumé de chaque accident, a permis d'affiner cet échantillon en ne retenant que les accidents répondant aux critères suivants :

- Un ou plusieurs capteurs sont à l'origine de l'accident ;
- Un ou plusieurs capteurs ont aggravé l'accident (par leur non-fonctionnement ou, plus rarement, par leur fonctionnement) ;
- L'absence du (des) capteur(s) a provoqué ou aggravé un accident (si cette absence est explicitement citée dans l'analyse de l'accident et son installation prévue dans les suites techniques données à l'accident).

L'échantillon secondaire ainsi obtenu (640 cas) a finalement été restreint à 4 secteurs industriels identifiés par leur code NAF (345 cas) pour lesquels le degré d'automatisation est considéré comme supérieur à la moyenne des autres secteurs : industrie chimique et pharmaceutique, industrie agroalimentaire, raffinage et industrie métallurgique. La base ARIA ne recense pas les accidents et incidents concernant les installations nucléaires (bases ASN/IRSN), ni ceux relatifs aux accidents du travail (base EPICEA). Ces spécificités pourraient sous-représenter certains secteurs d'activités pourtant fortement automatisés (centrales nucléaires, secteur de l'automobile et de l'emballage...), qui n'ont donc pas été retenus dans cette étude.

Enfin, la base ARIA étant une base événementielle et non fiabiliste (telles que les bases OREDA, PERD, IEEE, EXIDA), les données collectées et les résumés d'accident ne donnent pas toujours d'informations précises sur la criticité ou la cause technique de la défaillance du capteur, sa technologie, son niveau d'entretien. Il est également possible qu'un biais soit introduit entre les secteurs d'activités étudiés, car la remontée d'informations sur les accidents peut varier fortement d'un secteur à un autre en raison du nombre d'installations en activité, du niveau de relations qui existent entre le BARPI et les représentants des différents secteurs et du classement ICPE du site accidenté (les sites classés Seveso faisant l'objet d'un suivi renforcé par exemple).

Le Facteur d'influence (Rinfl)

Le facteur d'influence est un outil statistique qui permet d'évaluer l'influence d'un élément sur une population statistique donnée (la population française par exemple): cette population est appelée « échantillon complet ». Un « échantillon spécifique » est ensuite isolé dans cette population en fonction d'un critère spécifique (l'âge, la religion par exemple). Le facteur d'influence de l'élément étudié est alors calculé en comparant le % de présence de l'élément étudié dans l'échantillon spécifique *(% Ech_spécif)* par rapport à son pourcentage de présence dans l'échantillon complet *(%Ech_complet)*, soit:

Rinfl = % Ech_spécif / (% Ech_complet + % Ech_spécif)

Avec :

- ***Rinfl>0,5 : l'élément étudié a plus d'influence sur l'échantillon spécifique que sur l'échantillon complet***
- ***Rinfl=0,5 : l'élément étudié, qui a la même influence sur l'échantillon spécifique et sur l'échantillon complet, est neutre***
- ***Rinfl<0,5 : l'élément étudié a moins d'influence sur l'échantillon spécifique que sur l'échantillon complet***

Dans cette étude, l'échantillon complet représente soit tous les accidents d'installations classées de la base ARIA, soit tous les accidents d'un secteur donné dans la base (ex : chimie). Les critères retenus pour définir une population d'accidents spécifique sont soit l'appartenance à un secteur industriel donné, soit une caractéristique accidentelle précise (type, conséquence, circonstance). L'élément dont on étudie l'influence est bien sûr le capteur à travers sa défaillance ou son absence sur le site accidenté.

Attention : cet indicateur mathématique n'a aucun lien avec l'expression « sous influence » exprimant qu'un capteur voit sa mesure perturbée par une grandeur physique (voir glossaire p.28)

1.2 Données globales

L'échantillon secondaire étudié représente 3,1 % des accidents Installations classées de la base (échantillon primaire). Ce pourcentage est plus élevé que celui de la précédente étude réalisée en 1996 et qui portait sur toutes les défaillances d'automatisme (capteur, traitement, actionneur): ce pourcentage était de 1 % et recouvrait les 4 premières années d'existence de la base ARIA [1].

Cette augmentation de l'accidentologie capteur est confirmée par la figure 1 qui met en évidence le doublement du nombre annuel moyen d'accidents capteur entre la période 1992-1999 et la période 2000-2008 pour les 4 secteurs étudiés. Dans l'absolu, le pourcentage d'accidents capteur reste cependant faible par rapport à l'ensemble des accidents de la base, ce qui peut s'expliquer par plusieurs raisons :

- La bonne fiabilité des capteurs, illustrée par les chiffres du tableau 1, notamment par rapport au facteur humain et organisationnel, qui intervient dans la majorité des accidents industriels (63 % des accidents recencés dans la base jusqu'en 2010 [7]) ;

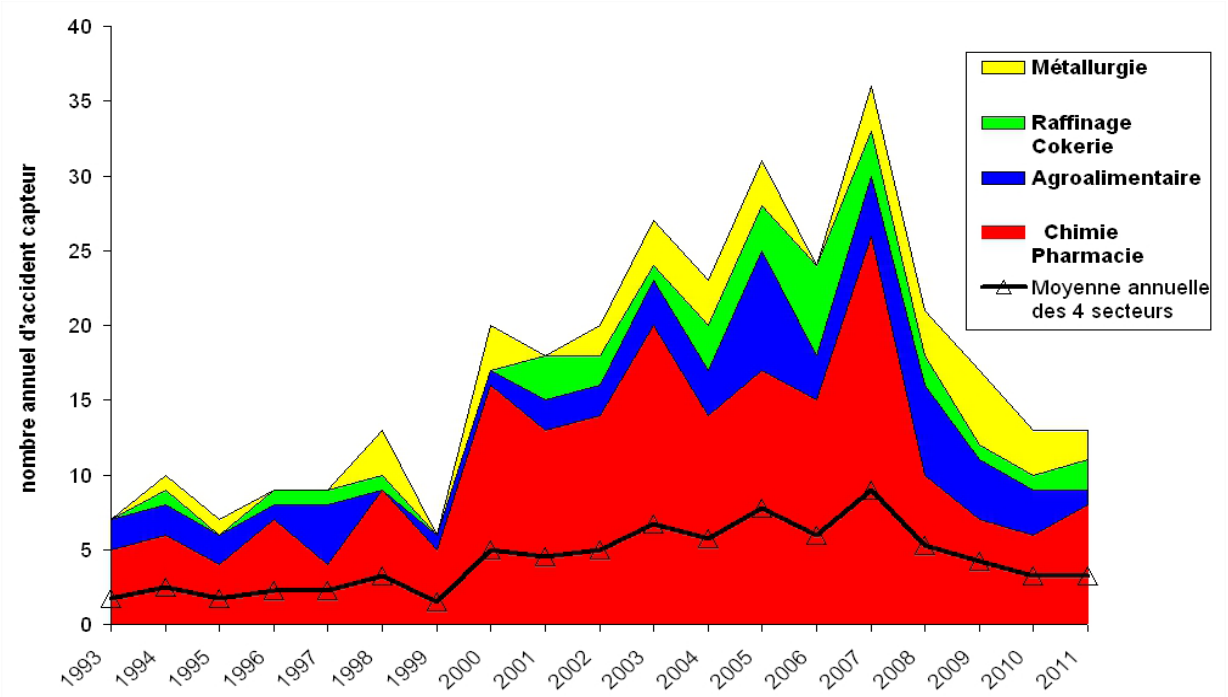
- L'évolution technologique permet aussi la télé / auto-détection de défaillance ou de dérive, avant la survenue de l'accident. Enfin, la plupart des capteurs dits de « sécurité » (prévention ou protection) sont de plus en plus indépendants des automates de conduite ou de technologie différente de celle des capteurs de procédés: leur défaillance ne générerait donc que rarement un accident ;

- Le pourcentage d'accidents causés par une défaillance critique de capteur est en réalité plus faible que 3,1 % : sur les 345 accidents impliquant des capteurs dans les 4 secteurs étudiés, 43 % des accidents (soit 150 cas) auraient pu être évités ou voir leur gravité réduite par la présence d'un capteur approprié. L'absence du capteur approprié peut être aussi accidentogène que la défaillance !

Tableau 1 : Fréquence des pannes et incidents capteurs sur 192 sites industriels français en 2001 [2]

Pannes ou Incidents (pourcentage des sites sondés)	Lors de l'installation des capteurs	En exploitation
Exceptionnels	32 %	15 %
Assez rares	64 %	80 %
Fréquents ou assez fréquents	4 %	5 %

Figure 1 *Nombre annuel d'accidents impliquant des capteurs par secteur d'activité (1992-2011)*



1.3 Accidentologie détaillée

1.3.1 Par secteurs d'activité

Tableau 2 : Part des secteurs industriels étudiés dans l'accidentologie capteur

	% des accidents capteurs de la base	% des accidents ICPE de la base 1992-2010 [7]	% défaillance dans les accidents capteur du secteur	% absence capteur adéquat dans les accidents capteur du secteur
Chimie - Pharmacie	34	12	55	45
Agroalimentaire	8	7,5	51	49
Raffinage	5	2	57	43
Métallurgie	5	3,5	56	44
Total ou moyenne des 4 secteurs	52	25	55 (moyenne)	45 (moyenne)

Des quatre secteurs étudiés, la Chimie-pharmacie est le secteur le plus représenté dans l'accidentologie capteur, comme dans l'accidentologie générale saisie dans la base Aria, en raison du nombre important de sites en activité et de la diversité de leurs procédés (tableau 2). Dans ce secteur, l'usage de capteurs est incontournable car les procédés sont souvent complexes, mettent en œuvre des matières ou réactions dangereuses, et des paramètres réactionnels sont parfois mal connus ou susceptibles de varier au cours du temps (exemple page 8).

L'Agroalimentaire est au deuxième rang de l'accidentologie capteur, alors que son taux d'équipement est probablement le plus faible des secteurs étudiés, mais ce classement reste cohérent avec sa place dans l'accidentologie (tableaux 2 et 3). Le pourcentage d'accidents liés à l'absence de capteur est légèrement supérieur aux autres secteurs (tableau 2 dernière colonne).

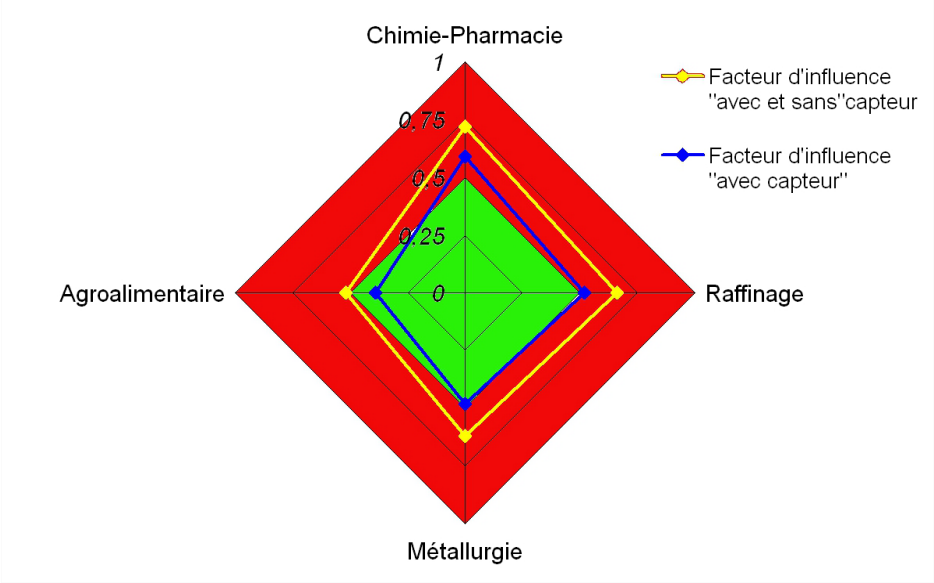
Tableau 3 : Equipement en capteurs de certains secteurs industriels français [2]

Secteur	National	Pétrole et gaz	Agroalimentaire	Traitement de l'eau
Nombre moyen de capteurs par site	2009	6097	570	360

Le Raffinage présente un nombre d'accidents capteur limité dans l'absolu, mais dont l'accidentologie capteur reste significative par rapport à la représentation du secteur dans la base ARIA (tableau 2), malgré le faible nombre de site existants sur le territoire national en comparaison d'autres secteurs(13 sites gérés par 8 exploitants différents sur la période étudiée). Ce constat s'explique par le fort taux d'équipement en capteurs du secteur (tableaux 3). Le constat pour la Métallurgie est presque identique à celui du Raffinage.

La Chimie-Pharmacie représente le tiers des accidents « capteur » de la base, les 3 autres secteurs étudiés moins de 10 %. Pour chaque secteur, la présence d'un capteur adapté aux riques aurait pu éviter presque 1 accident sur 2, ou réduire sa gravité

Figure 2 *Facteur d'influence des capteurs sur l'accidentologie des 4 secteurs étudiés*



Le calcul du facteur d'influence pour les accidents liés au critère « Chimie & Pharmacie » montre que la défaillance et l'absence de capteurs ont une influence importante dans l'accidentologie du secteur (Rinfl = 0,72 - figure 2). En ne considérant que l'élément « défaillance de capteurs », il subsiste une influence non négligeable sur l'accidentologie (Rinfl = 0,59). Ces résultats pourraient s'expliquer par le taux d'équipement élevé pour ce secteur, par la diversité des installations existantes et par des conditions de fonctionnement probablement plus sévères que dans les autres secteurs. Ils pourraient aussi révéler certaines difficultés à bien spécifier et entretenir un parc de capteurs très diversifié (voir chapitre 2).

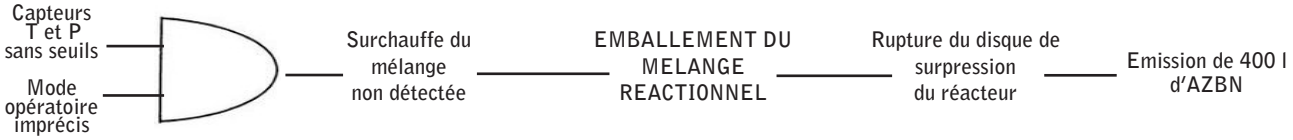
Dans le secteur du Raffinage, le calcul du facteur d'influence montre que la défaillance et l'absence de capteurs exercent aussi une influence significative sur l'accidentologie du secteur (Rinfl = 0,66). Pris seul, l'élément « défaillance de capteurs » exerce par contre une influence peu significative (Rinfl = 0,52). Ces résultats suggèrent une grande homogénéité du parc des capteurs installés dans les sites de raffinage, les installations étant moins diversifiées que dans le secteur de la Chimie. Enfin, une spécification et un entretien rigoureux des capteurs peuvent expliquer le constat de la faible influence des défaillances sur l'accidentologie (voir chapitre 3). Ces résultats confirment enfin l'importance des capteurs pour la sécurité des installations et des procédés de ce secteur (voir un exemple d'accident page 8).

Pour l'Agroalimentaire, ce calcul montre que la défaillance et l'absence de capteurs ont une influence assez faible sur l'accidentologie du secteur (Rinfl = 0,52), et plus en raison de l'absence d'un capteur adéquat que des défaillances (Rinfl = 0,39 pour l'élément « défaillance » seul). Le parc installé serait plutôt correctement entretenu et adapté aux risques de l'activité, à moins que ce parc soit moins diversifié et moins sollicité que dans les secteurs précédents. Toutefois, ces résultats montrent qu'un meilleur taux d'équipements en capteurs adaptés aux risques permettrait d'améliorer la sécurité des installations ou de réduire la gravité des accidents.

Le calcul du facteur d'influence des capteurs pour les accidents liés au critère « Métallurgie » montre que la défaillance et l'absence de capteurs ont une influence non négligeable sur l'accidentologie de ce secteur (Rinfl = 0,62). En ne considérant que l'élément « défaillance de capteurs », celui-ci serait neutre vis-à-vis de l'accidentologie (Rinfl = 0,48). Malgré une place moins stratégique des capteurs pour la sécurité des installations de ce secteur, ces résultats révélent aussi qu'un meilleur taux d'équipements en capteurs adaptés aux risques de l'activité permettrait d'améliorer la sécurité des installations ou de réduire la gravité des accidents.

CHIMIE - EMBALLEMENT RÉACTIONNEL (ARIA 24570)

11/06/2003



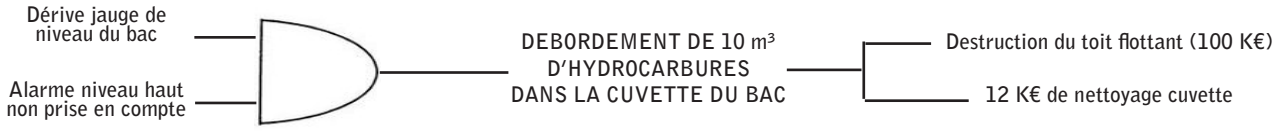
Une réaction chimique s'emballe dans une usine pharmaceutique en raison du chauffage excessif d'un mélange de cyclohexane / méthylcyclohexane, de N-bromosuccinimide et d'azoisobutyronitrile (AZBN). Le disque de sécurité du réacteur se rompt et 400 l du mélange sont rejetés à l'atmosphère. Selon le mode opératoire qui prévoit un maintien en température du mélange compris entre 15 et 20 °C, l'opérateur chauffe le réacteur avec de la vapeur à 0,5 bar, puis intervient sur un autre appareil. La température du mélange atteint 56 °C 10 min plus tard, l'opérateur stoppe alors le chauffage et l'agitation du réacteur ; le seuil haut de pression (0,35 bar) dépassé, le disque de sécurité se rompt à 0,5 bar peu après ; la température est alors de 70 °C. Le chef d'atelier qui note une élévation de la température du réacteur à 84 °C 2 min plus tard, percute aussitôt l'arrêt d'urgence. L'accident a pour origine l'absence de régulation de température et d'alarme sur les capteurs existants, ainsi qu'une rédaction imprécise du mode opératoire. L'arrêt de l'agitation a été un facteur aggravant en limitant les possibilités de transferts thermiques. Le réacteur ancien et non dédié à cette réaction disposait de barrières de sécurité inadaptées : seuil ultime de température fixé à 150 °C, **absence de régulateur de température et de seuils alarme pression / température**... Les risques étudiés avaient été centrés sur la manipulation de l'AZBN au détriment des dérives réactionnelles qui n'avaient pas fait l'objet de réflexions suffisantes.

VOIR AUSSI

Température du milieu réactionnel	Aria 3725, 5140, 25240, 30323, 32460
Pression du milieu réactionnel	Aria 7069, 26974, 32796
Débit des réactifs	Aria 4708, 27516
Agitation du milieu réactionnel	Aria 6784, 32460

RAFFINAGE - DÉBORDEMENT DE BAC (ARIA 36101)

18/01/2009



Dans une raffinerie, le bac à toit flottant utilisé pour la fabrication d'essence E98 reçoit depuis 2h30 du matin les bases (butane, base naphta, alkylat, ETBE) entrant dans le mélange à un débit moyen de 630 m³/h. A 14h23, une alarme de niveau haut (plaque de touche-alarme par contact mécanique avec le toit flottant reportée en salle de contrôle) se déclenche alors que la jauge indique un niveau de 10,04 m pour un niveau haut fixé à 14,6 m. Le remplissage du bac se poursuit néanmoins et à 16h45 la jauge affiche un niveau qui s'est stabilisé à 11,135 m. Un message d'erreur signalant la discordance entre le statut du bac (remplissage) et la stabilité de la jauge est reçu en salle de contrôle. Un opérateur se rend sur place et constate un débordement d'essence dans la cuvette de rétention. Le tableautiste arrête le remplissage et alerte les secours[...]Les boîtes à mousse du réservoir, bloquées par le joint secondaire du toit sorti de son guide, ne sont pas opérationnelles. L'exploitant estime à 10 m³ la quantité d'hydrocarbures écoulée dans la cuvette qui contenait également de l'eau de pluie. Les dommages matériels au toit du bac sont estimés à 100 000 euros et le nettoyage à 12 000 euros. Un contrôle de l'intégrité du bac et un renforcement du suivi des eaux souterraines est engagé après détection d'une forte épaisseur d'hydrocarbures surnageant au niveau des piézomètres implantés autour de la cuvette de rétention. **Le débordement du bac est dû à une défaillance de la jauge de niveau (décalage de 4 m), défaillance connue depuis le 10/01 mais non corrigée**, ainsi qu'au non-respect de la procédure imposant l'arrêt des pompes en cas de déclenchement de l'alarme de niveau haut.

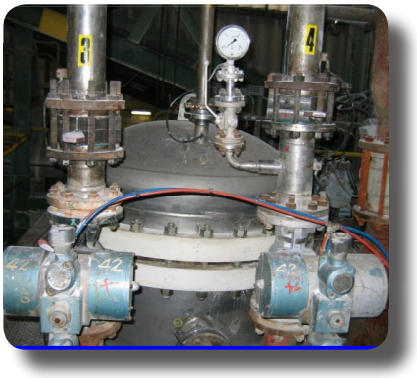
VOIR AUSSI

Aria 10418, 22404, 23139, 23309, 26506 , 26604, 29711, 29903, 32579, 32680, 32693, 35882, 36101, 41148

1.3.2 Par familles de capteurs

Pour les besoins de l'étude et compte tenu des informations disponibles dans les descriptions d'accidents, cinq grandes familles de capteurs ont été définies, qui recouvrent les différents types de ceux utilisés en milieu industriel :

1. Capteurs de paramètres physiques : température, pression, densité, poids…
2. Capteurs de paramètres spatiaux : état, position, niveau, profondeur, interface…
3. Capteurs de phénomènes anormaux : flamme, fumée, atmosphère ATEX, substance dangereuse gazeuse / liquide / solide, vidéo-surveillance…
4. Capteurs de paramètres cinématiques : débit, vitesse, accélération, vibration, rotation, contrainte mécanique…
5. Capteurs de paramètres physico-chimiques : pH, rH, conductivité, résistivité, radioactivité, intensité, voltage, métaux…



Réacteur instrumenté (source: BARPI)

Les trois premières familles sont les plus impliquées dans l'accidentologie des 4 secteurs étudiés : elles représentent chacune de 18 à 50 % des accidents « capteur » de chaque secteur (tableau 4), et ensemble plus de 90 % de ceux-ci. Ces résultats sont cohérents avec le profil du parc des capteurs en milieu industriel français, où prédominent les capteurs de température et de pression, loin devant les capteurs de débit et de niveau [2]. Les capteurs de phénomènes anormaux sont souvent cités dans les accidents étudiés vu leur importance dans la prévention et la réduction de la gravité des accidents. La famille des capteurs de paramètres cinématiques semble proportionnellement moins impliquée dans les accidents capteurs (de 3 à 9 % selon les secteurs) que son taux d'équipement (16 % pour les capteurs de débit en 2002, [2]), bénéficiant peut-être de technologies plus robustes.

L'implication des différentes familles de capteur dans les accidents semble cohérente avec leur taux d'équipement respectif du parc industriel français, sauf pour les paramètres cinématiques (débit) où elle est plus faible

L'examen de la répartition des accidents avec capteur défaillant ou avec capteur manquant (tableau 4) montre que seuls les capteurs de phénomènes spatiaux (essentiellement les capteurs de niveau) sont plus impliquées par leur défaillance que par leur absence. La préférence des industriels pour des capteurs de niveau basés sur des fonctionnements mécaniques, au moins jusqu'en 2005 [4], alors que ceux-ci sont plus sujets à l'usure et au blocage que ceux basés sur des fonctionnements électroniques ou magnétiques, pourrait expliquer ce résultat : mesure de niveau par flotteur ou plongeur pour les liquides, tige vibrante ou palette rotative pour les solides…

Les capteurs de niveau sont nettement plus impliqués que les autres dans les accidents « avec capteur », notamment dans le secteur du raffinage (39 % des accidents capteur du secteur)

Les capteurs de paramètres physiques sont au cœur de la conduite des procédés et de la sécurité pour les secteurs de la Chimie-Pharmacie, de l'Agroalimentaire et de la Métallurgie (manipulation et transformation de matières dangereuses), d'où leur place dans l'accidentologie étudiée (tableau 4). C'est aussi le cas des capteurs de phénomènes anormaux pour les 4 secteurs étudiés en ce qui concerne la sécurité des installations. Les capteurs de phénomènes spatiaux (niveau) sont plus spécifiquement impliqués dans les accidents de Raffinage (transfert de matières inflammables et explosibles) et ceux de paramètres physico-chimiques dans les accidents du secteur Chimie-Pharmacie (contrôle des procédés).

Tableau 4 : Répartition des accidents capteurs par famille selon les secteurs d'activités

en % des accidents capteurs du secteur	Chimie-Pharmacie		Agroalimentaire		Raffinage		Métallurgie	
	défaillant	manquant	défaillant	manquant	défaillant	manquant	défaillant	manquant
Paramètres physiques	20	22	22	21	15	3	19	25
Phénomènes anormaux	14	16	15	23	21	6	10	21
Paramètres spatiaux	15	7	16	10	39	8	20	11
Paramètres cinématiques	5	4	0	6	0	0	3	0
Paramètres physico-chimique	7	6	2	0	3	0	3	4

A l'exception du secteur Raffinage et des capteurs de paramètres spatiaux, on observe qu'une part significative des accidents aurait pu être évitée ou leurs conséquences minimisées si un capteur adapté avait été installé. Les accidents de raffinage relèvent majoritairement de défaillance de capteurs, ce qui confirme l'adaptation du parc de capteurs aux besoins de surveillance des procédés (famille des capteurs de paramètres physiques et spatiaux) et de sécurité des installations de ce secteur (famille des capteurs de phénomènes anormaux).

A l'exception du Raffinage, un meilleur taux d'équipements en capteurs dédiés à la détection de paramètres physiques et de phénomènes anormaux permettrait de réduire l'occurence ou la gravité des accidents

1.3.3.Par types d'accidents

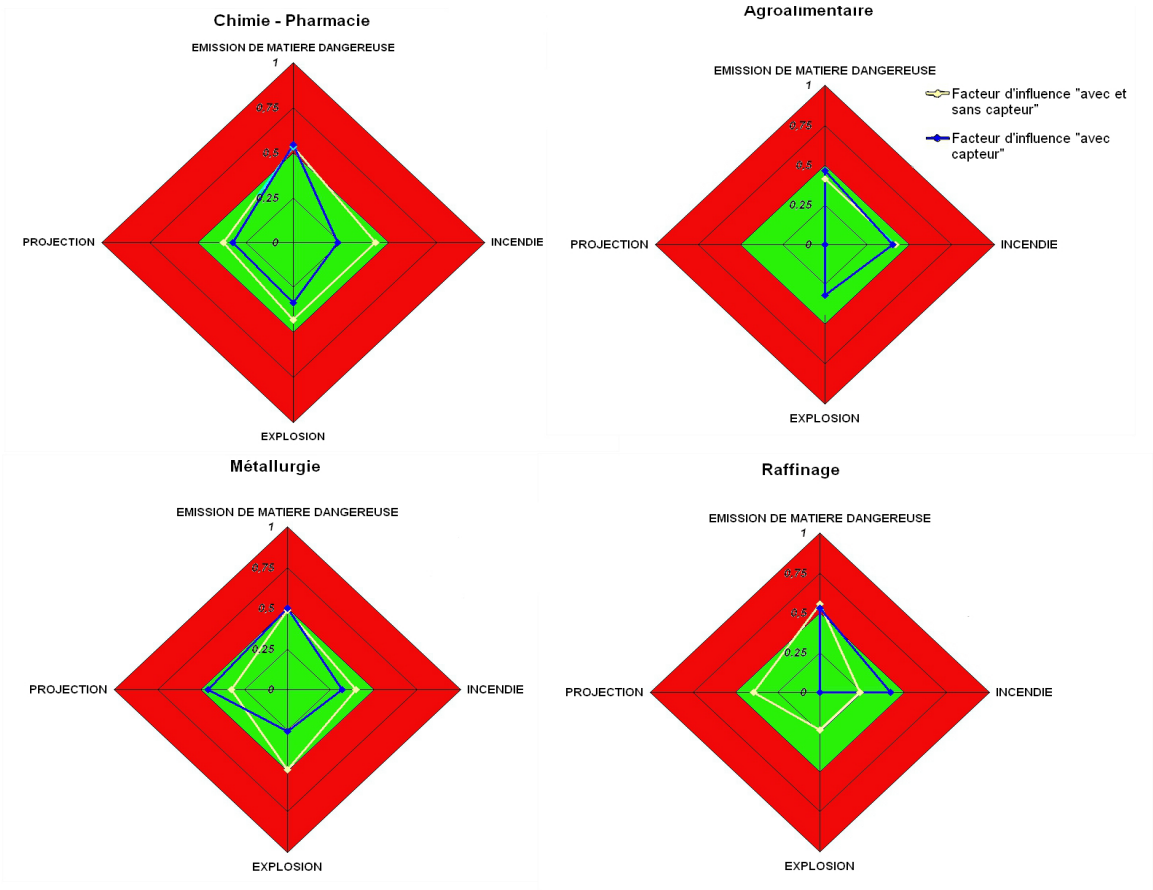
Le facteur d'influence des capteurs sur l'échantillon spécifique d'accidents capteur défini par le critère « type d'accident » est calculé pour chacun des 4 secteurs d'activité étudiés ; l'échantillon complet est donc l'ensemble des accidents du secteur d'activité saisis dans la base. Pour chaque secteur, deux calculs de ce facteur sont effectués : le premier avec l'échantillon spécifique complet (tous les accidents impliquant des capteurs en raison de leur défaillance ou de leur absence), le deuxième avec l'échantillon spécifique limité aux accidents causés par des défaillances de capteurs. La comparaison des 2 résultats permet de voir dans quelle mesure un meilleur taux d'équipement en capteur pourrait influer sur la typologie d'accidents du secteur.

Le calcul du facteur d'influence pour la Chimie-Pharmacie montre que la défaillance / absence de capteur n'est pas un élément favorisant des accidents de type incendie, explosion ou projection (Rinfl < 0,4 - figure 3). Cependant, ce constat n'est pas vrai pour les accidents du type « émissions de matières dangereuses » où cet élément apparait comme légèrement favorisant(Rinfl = 0,55). Il s'agit en effet du type d'accident le plus fréquent du secteur (58 % de tous les accidents Chimie-Pharmacie saisis dans la base, contre 39 % tous secteurs confondus [7]). Dans ce secteur, la plupart des capteurs sont justement utilisés pour éviter ce type d'accident (fuite hors des stockage ou des équipements de fabrication).

Le constat est le même dans le secteur du Raffinage, où l'élément défaillance / absence de capteur est même plus neutre qu'en Chimie pour les accidents du type « émissions de matières dangereuses » bien que ce type soit aussi le plus fréquent du secteur (Rinfl proche de 0,5). Le constat est similaire pour les secteurs de l'Agroalimentaire et de la Métallurgie (Rinfl < 0,5; y compris capteurs absents).

Pour chaque secteur, la comparaison entre le facteur d'influence obtenu avec les accidents causés par des défaillances et celui obtenu en conjuguant les accidents causés par des défaillances et absences montre que l'absence de capteur influence la survenue d'accidents de tous type, sauf dans le secteur de l'Agroalimentaire et de la Métallurgie (Rinfl « avec et sans » < 0,5) et pour l'incendie dans le secteur du Raffinage (Figure 3).

Figure 3 *Facteur d'influence des capteurs sur le type d'accident par secteur*



Le calcul du facteur d'influence confirme que la présence de capteurs dans les installations contribue à réduire la fréquence des types d'accidents les plus graves (incendie et explosion), mais semble avoir une influence limitée sur les accidents avec fuites de matières dangereuses qui restent les plus fréquents

Le tableau 5 examine l'implication des capteurs de conduite de procédés et de ceux assurant la sécurité des installations pour les différents types d'accidents capteur de chaque secteur.

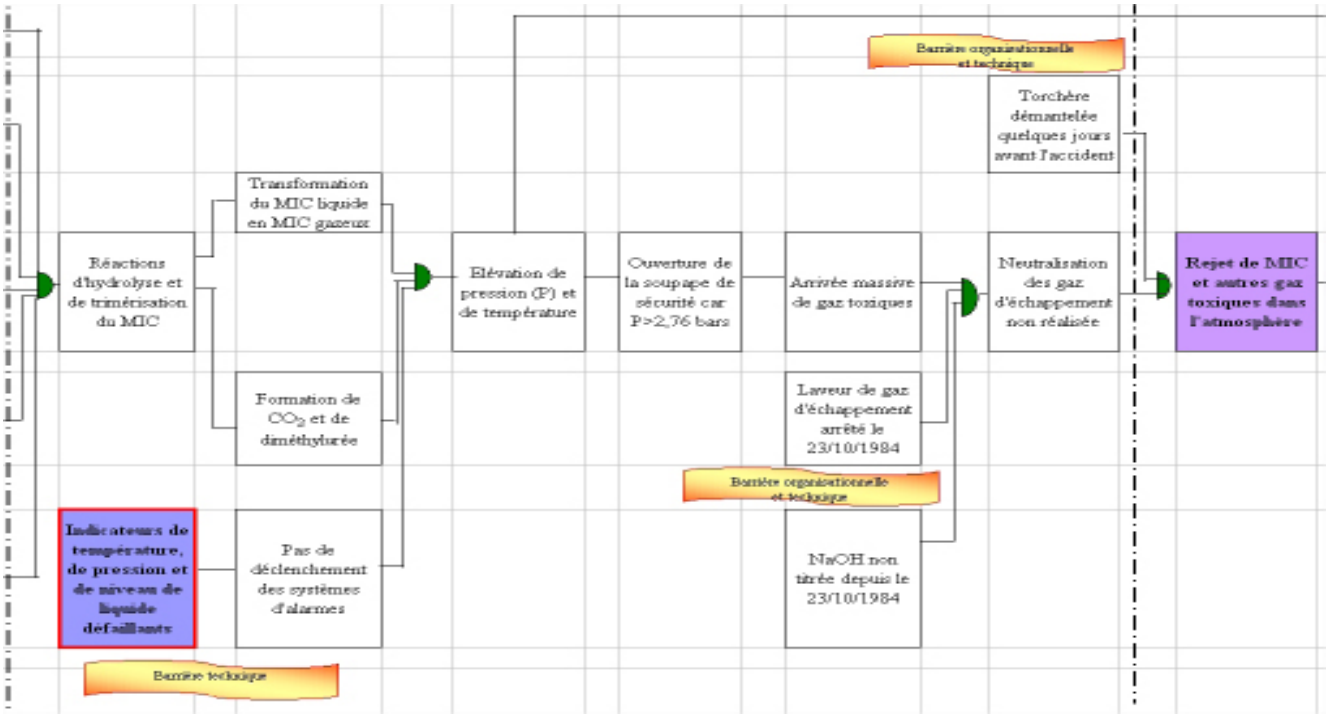
A l'exception de l'Agroalimentaire, les capteurs de procédés sont majoritairement impliqués dans le type d'accident le plus fréquent des secteurs étudiés (fuite de matières dangereuses, plus de 68 % des accidents enregistrés). Ce tableau confirme l'importance des capteurs de procédés pour réduire l'accidentologie dans les secteurs de la Chimie-Pharmacie, du Raffinage et de la Métallurgie. Ce tableau montre aussi que les capteurs de procédés sont beaucoup plus sollicités que les capteurs de sécurité.

Pour l'Agroalimentaire au contraire, les capteurs de sécurité sont plus impliqués dans le type d'accident le plus fréquent du secteur (incendie, 51 % des accidents enregistrés).

La faible implication des capteurs de sécurité dans les accidents de Raffinage confirme enfin la fiabilité de ces capteurs et le bon niveau d'équipement du secteur.

Sauf dans l'Agroalimentaire, les capteurs de conduite de procédés sont beaucoup plus impliqués dans l'accidentologie capteur que ceux dédiés à la sécurité des installations

L'extrait de l'arbre des causes de la catastrophe de BHOPAL (Aria 7022) illustre l'importance des capteurs de procédés (ici en rouge sur fond bleu) dans l'accidentologie du secteur Chimie (document BARPI)



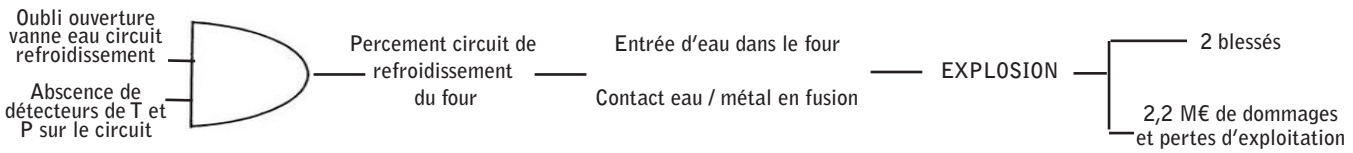
Les données des tableaux 4 et 5 confirment aussi qu'un meilleur taux d'équipement en capteurs de sécurité permettrait de réduire l'occurence ou la gravité des accidents du secteur Métallurgie (détection incendie, détection gaz). En effet, cette catégorie de capteurs est à l'origine de 85 % des accidents liés à l'absence de capteurs dans ce secteur. Dans l'accident présenté page 13 au sein d'une aciérie, ce sont au moins trois types différents de capteurs (température, pression, détection d'hydrogène) qui manquaient. C'est aussi le cas de l'Agroalimentaire, où l'absence de capteurs de sécurité (détection incendie, ATEX et détection de gaz toxique NH3 pour les entrepôts frigorifiques) est à l'origine de 70 % des accidents «capteurs manquants». L'accident présenté page 13 illustre un cas où la présence de capteurs sur certains équipements aurait permis d'éviter un accident grave.

Tableau 5 : Répartition des accidents capteur par type d'accident, secteur d'activité et type de capteur

en % des accidents capteurs du secteur	Chimie-pharmacie		Agroalimentaire		Raffinage		Métallurgie	
	Procédé	Sécurité	Procédé	Sécurité	Procédé	Sécurité	Procédé	Sécurité
Emission de matières dangereuses	48	18	21	15	79	9	49	18
Incendie	9	7	13	38	15	15	9	8
Explosion	7	6	2	4	0	3	8	6
Projection / chute	3	6	0	0	0	3	3	5

Un meilleur taux d'équipements en capteurs de sécurité adaptés aux risques de l'activité permettrait de réduire l'accidentologie dans les secteurs de l'Agroalimentaire et de la Métallurgie

MÉTALLURGIE - ABSENCE DE CAPTEUR (ARIA 33059) 08/06/2007



Dans une aciérie électrique, l'opérateur de conduite du four de fusion (70 t) aperçoit des flammes bleues avec la caméra de surveillance, signe de la présence d'eau dans le four. Il ferme le volet de sécurité devant la vitre de séparation entre la cabine de commande et l'enceinte du four et fait évacuer les salariés du secteur. Une violente explosion se produit quelques instants plus tard à la suite du contact eau / métal en fusion. Dans l'après-midi, une fuite d'eau avait été constatée sur 2 flexibles de retour de refroidissement de la voûte du four. L'un avait été changé. Pour pallier la défaillance du second, il avait été décidé de mettre en service le circuit de retour de secours ; la vanne d'eau de ce circuit n'ayant pas été ouverte, un dysfonctionnement du système de refroidissement s'est produit provoquant le percement d'un tube et l'entrée d'eau dans le four. Deux employés légèrement commotionnés sont conduits à l'hôpital ; ils en sortent dans la soirée. Les dégâts matériels sont importants : chute des portes du « dog house » (enceinte du four), rupture des tirants de suspension de la voûte, projection dans le bâtiment d'une partie du dispositif de captations des fumées. Le coût des dommages matériels est estimé à 1,64 Meuros et les pertes d'exploitation à 630 k€. Au cours de son enquête, l'inspection des installations classées relève : une organisation insuffisante des travaux de maintenance des flexibles d'alimentation en eau de la voûte du four (procédures, gestion des intervenants, surveillance...), une instrumentation en place ne permettant pas de contrôler l'efficacité du refroidissement de la voûte et l'intégrité du circuit d'eau (pas de mesure de variation de température, de pression), l'absence d'instrumentation du circuit de refroidissement de secours. L'exploitant prévoit: l'instrumentation du circuit de secours, la révision de l'organisation de la maintenance, **la mise en place d'un détecteur hydrogène, la réalisation d'une étude sur l'instrumentation des circuits de refroidissement afin de permettre un meilleur suivi de leur efficacité**.

VOIR AUSSI : Aria 36083

AGROALIMENTAIRE - ABSENCE DE CAPTEUR (ARIA 37738) 18/01/2010

Vers 3 h, au 2ème étage d'un établissement de 1 000 m² spécialisé dans la cuisson et le conditionnement de crevettes congelées à destination de la grande distribution, un feu dans un stock de boîtes de polystyrène émet une abondante fumée noire. Un employé intérimaire donne l'alerte et coupe l'alimentation en gaz du dispositif de cuisson, puis 2 personnes arrivées 2 h auparavant pour remettre en service les 2 chaînes de production du site et 9 autres employés en poste depuis 15 min évacuent le bâtiment. Les secours interviennent lorsqu'un flashover embrase vers 3h30 l'ensemble du bâtiment, dont la structure s'effondre. Projeté au rez-de-chaussée, l'un des pompiers du binôme attaquant le feu avec une lance est tué ; son corps sera retrouvé sous les décombres 45 min plus tard grâce au dispositif de recherche mis en place avec un maître chien et une caméra thermique. Le 2ème pompier brûlé au visage parvient à s'échapper. Une cellule d'urgence médico-psychologique prendra en charge 3 autres pompiers choqués.Une propagation des flammes à un stock de bouteilles d'azote est redoutée. L'intervention mobilise 60 pompiers durant plusieurs heures. Les secours coupent le circuit des installations de réfrigération alimentées par un réservoir contenant 1 t de frigorigène chloro-fluoré, puis parviennent à maîtriser l'incendie vers 7 h avec 6 lances dont l'une sur échelle. Une société spécialisée pompe l'eau saturée en chlore recouvrant sur 50 cm de hauteur 150 m² de sous-sol. Le bâtiment est détruit et 30 employés risquent d'être en chômage technique. L'usine, créée en 1991, était en cours d'extension (500 m² / 600 k€ d'investissements), les travaux correspondants devant s'achever en mai 2010. L'exploitant avait prévu une mise aux normes des alarmes à l'issu de ces derniers. Selon le responsable de la maintenance, **le local abritant les emballages cartons et les palettes de boîtes en polystyrène était dépourvu de détecteur de fumée.**

VOIR AUSSI

Aria 18964, 20484, 31239, 35997

1.3.4 Par conséquences des accidents

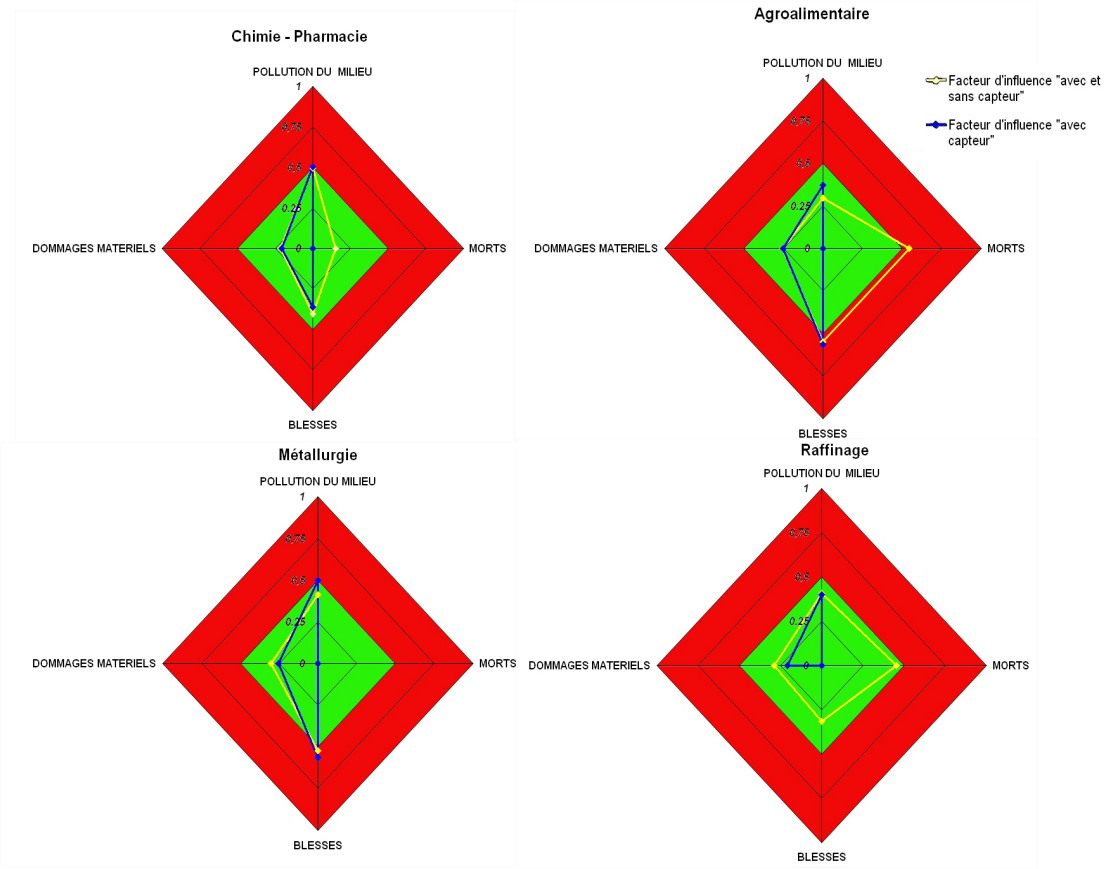
Le facteur d'influence des capteurs sur l'échantillon spécifique d'accidents capteur défini par le critère « conséquence des accidents » est calculé pour chacun des 4 secteurs d'activité étudiés; l'échantillon complet est donc l'ensemble des accidents du secteur d'activité saisis dans la base. Pour chaque secteur, deux calculs de ce facteur sont effectués : le premier avec l'échantillon spécifique complet (tous les accidents impliquant des capteurs en raison de leur défaillance ou de leur absence), le deuxième avec l'échantillon spécifique limité aux accidents causés par des défaillances de capteurs. La comparaison des 2 résultats permet de voir dans quelle mesure un meilleur taux d'équipement en capteur pourrait influer sur les conséquences accidentelles du secteur.

Le calcul du facteur d'influence pour la Chimie-Pharmacie et le Raffinage montre que la défaillance / absence de capteur n'est pas un élément favorisant les vicimes ou dommages matériels des accidents (Rinfl < 0,4 - figure 4). Cependant, le constat est différent pour les accidents de Chimie-Pharmacie provoquant une « pollution du milieu », car cet élément apparait comme légèrement favorisant(Rinfl = 0,53). Il s'agit en effet d'une conséquence assez fréquente du secteur, en lien avec la forte fréquence des accidents capteur de type émission de matières dangereuses (voir p. 10) et qui aboutissent, dans 47 % des cas, à une pollution du milieu. Pour le Raffinage, le lourd bilan humain de l'accident déjà ancien présenté p. 15 est donc un cas exceptionnel d'absence de capteurs.

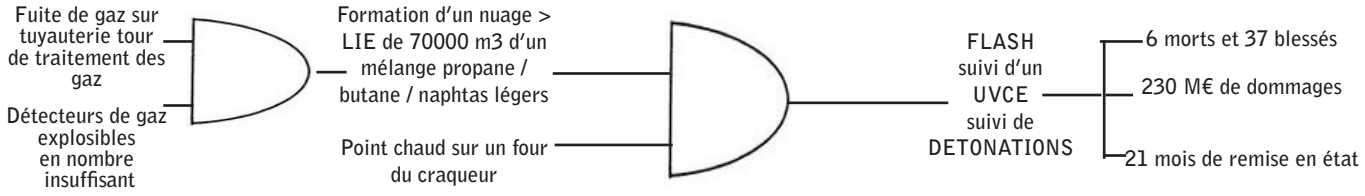
Si les capteurs semblent contribuer à réduire les conséquences humaines des accidents des secteurs Raffinage et Chimie-pharmacie, ce n'est pas encore le cas pour ceux de l'Agroalimentaire et de la Métallurgie

Le constat est différent en Agroalimentaire et Métallurgie car la défaillance / absence de capteur apparaît comme un élément qui pourrait favoriser la fréquence des accidents avec vicimes (Rinfl > 0,55 pour «morts» et/ou « blessés » - figure 4). Un effort d'équipement en capteurs pour mieux protéger les salariés semble donc être une piste pour réduire la gravité humaine des accidents de ces secteurs, comme l'illustre le deuxième accident présenté page 15.

Figure 4 *Facteur d'influence des capteurs sur les conséquences d'accident pour un même secteur*



RAFFINAGE- ACCIDENT GRAVE (ARIA 3969) 09/11/1992

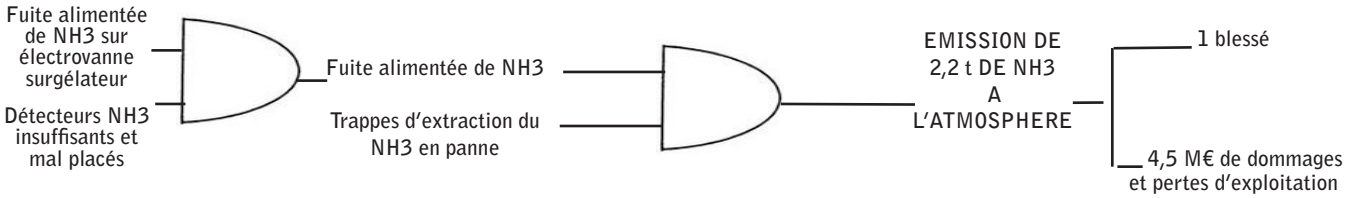


Une très violente explosion se produit à 5h20 dans une raffinerie en marche normale. L'explosion ressentie jusqu'à 30 km est suivie de plusieurs autres. Le POI est déclenché et les secours extérieurs interviennent. Le plan rouge est activé : 250 pompiers sont mobilisés. Le feu sera finalement maîtrisé à 13h30. Le bilan humain est très lourd : 6 morts et 37 blessés dont 1 grave parmi le personnel et 2 blessés parmi les pompiers. Le site est dévasté sur 2 ha et des vitres sont brisées à l'extérieur dans un rayon de 1 000 m (bris ponctuellement constatés à 8 km). Une enquête judiciaire est effectuée. Ses conclusions font état d'une fuite de gaz qui se serait produite sur une tuyauterie de 8 pouces du gaz plant (tour de traitement des gaz sous 10 bar, associée au craqueur). Le nuage à l'origine de l'explosion (UVCE) est évalué à 12 t d'un mélange de différents gaz (butane, propane) et de naphtas légers. Par effet domino, le dépropaniseur explosera à son tour (boule de feu) et 6 foyers d'incendie seront dénombrés, dont l'un sur un bac situé à 200 m. Pour maîtriser les 5 000 m² en feu, 150 m³ d'émulseur sont utilisés. La salle de contrôle de l'unité est détruite (3 opérateurs tués). Les dommages s'élèveront à plus de 230 M€. Le site redémarre ses activités en 1994. Sur les 9 années qui suivent, l'exploitant investit 192 M€ supplémentaires dont le quart pour améliorer la sécurité du site. La salle de contrôle est remplacée par une construction de type bunker, **les détecteurs de gaz sont multipliés**, le programme de contrôle des canalisations renforcé.

L'accident de la Mède reste un des rares accidents graves (bilan humain et financier) du secteur du raffinage français des dernières décennies

(Aria 3969, Source: SDIS 13)

AGROALIMENTAIRE - ACCIDENT GRAVE (ARIA 10165) 11/06/1997



Dans les combles d'un abattoir, une fuite de 2,2 t d'ammoniac se produit sur une électrovanne du circuit retour d'un surgélateur à steaks hachés. Les employés sont évacués 24 h, 40 riverains se confinent dans un périmètre de sécurité de 500 m et 20 pompiers dont une CMIC installent un rideau d'eau. La fuite est stoppée en 2 h en fermant des vannes. Les locaux sont ventilés 30 h. Des odeurs d'NH3 seront perçues jusqu'à 1 km. Un technicien incommodé est hospitalisé, dommages matériels et pertes d'exploitation sont évalués à 3,9 et 0,6 MF. Une expertise est réalisée. L'unité de réfrigération en service depuis 1 mois utilise 8,5 t d'NH3. L'électrovanne tenue par 8 boulons est sans emboîtement et à joint plat DN150 d'un nouveau type (abandon des joints amiante) qui s'est rompu sous la pression d'NH3. Des mesures dynamométriques révèlent un serrage moindre sur 2 boulons. Des contre-écrous sont préconisés pour bloquer le serrage[...]. Les experts retiennent donc une fuite alimentée, vanne amont ouverte manuellement et non totalement refermée avant l'accident. Les trappes d'extraction évacuant l'NH3 à l'extérieur n'ont pas fonctionné (anomalie dans le branchement électrique). L'inspection relève enfin plusieurs non-conformités : plan interne non validé par les secours externes et dépourvu de consignes écrites pour mettre en oeuvre moyens d'intervention, d'évacuation des personnes et d'appel des secours externes, alarme sonore générale non asservie aux **détecteurs NH3 dont le nombre et les emplacements prévus ne donnent pas un dispositif de détection garantissant la sécurité des personnes**, équipements de protection individuels et formation du personnel à la sécurité NH3 insuffisants.

VOIR AUSSI

Aria 18964, 20484, 21960, 32239

1.3.5 Par circonstances des accidents

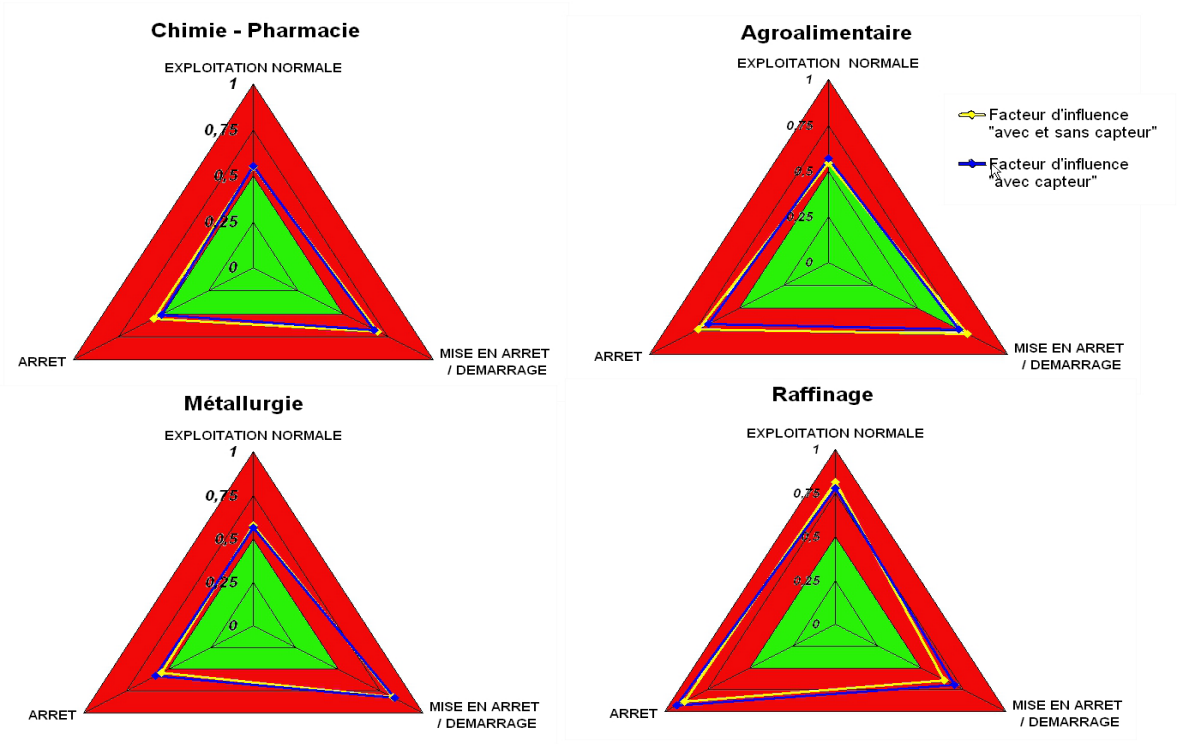
Le facteur d'influence des capteurs sur l'échantillon spécifique d'accidents capteur défini par le critère « circonstances des accidents » est calculé pour chacun des 4 secteurs d'activité étudiés; l'échantillon complet est donc l'ensemble des accidents du secteur d'activité saisis dans la base.

Comme le montre la figure 5, les phases de mise à l'arrêt et de redémarrage des installations sont des circonstances où les défaillances / absences de capteurs ont une influence importante sur l'accidentologie (Rinfl > 0,75 pour les 4 secteurs étudiés). Ce constat peut s'expliquer par le fait que les capteurs sont généralement bien spécifiés et maintenus pour les phases d'exploitation normales des installations industrielles, phases dont la sécurité est bien appréhendée par les exploitants, alors que les phases de mise à l'arrêt ou de redémarrage font apparaître des situations inhabituelles pour lesquelles les capteurs n'ont pas toujours été prévus, installés ou réglés (voir les exemples relatifs au réglage des capteurs page 20).

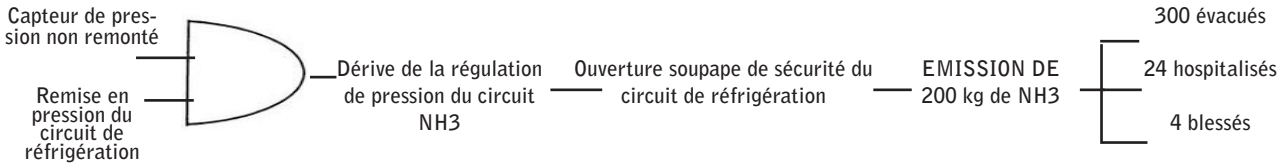
Les périodes d'arrêt des installations de raffinage constituent aussi des circonstances où les défaillances / abscences de capteurs auraient une influence élevée sur l'accidentologie (Rinfl > 0,92 pour les accidents avec capteurs). Comme le montrent les accidents présentés p.17, le redémarrage révèle parfois des anomalies de maintenance qui surviennent plus facilement pendant une période d'arrêt (effectif réduit, personnel de maintenance distinct du personnel de conduite, recours à la sous-traitance) tel que les oublis de branchement, shunts, endommagements ou encore défauts de nettoyage du capteur.

Les phases de mise à l'arrêt / redémarrage des installations semblent particulièrement favorables à l'accidentologie impliquant des capteurs. C'est aussi le cas des périodes d'arrêt pour le secteur du Raffinage

Figure 5 *Facteur d'influence des capteurs sur les circonstances d'accident par secteur*



CHIMIE - REDÉMARRAGE (ARIA 36660) 13/08/2009



De l'ammoniac est émis par un évent de l'atelier de liquéfaction de dioxyde de carbone d'une usine chimique [...] 300 employés sont évacués [...] 24 personnes sont incommodées dont 4 hospitalisées par précaution. L'atelier impliqué liquéfie le CO2 à l'aide d'un circuit de réfrigération mettant en œuvre 5 t d'ammoniac. **L'atelier étant à l'arrêt**, **un transmetteur de pression avait été démonté la veille pour maintenance** sur le circuit de compression haute pression de l'NH3. Ce transmetteur, qui a une double fonction, permet de réguler la pression du circuit de réfrigération à une valeur consigne de 13 b et d'assurer la sécurité de l'installation avec une valeur de déclenchement fixée à 14 b. **L'atelier redémarre le matin suivant alors que le transmetteur est toujours en révision**. Sans régulation ni sécurité, le système diverge et le circuit NH3 monte en température et pression. La soupape du circuit est sollicitée et 200 kg d'NH3 sont rejetés par un évent à 17 m de hauteur.

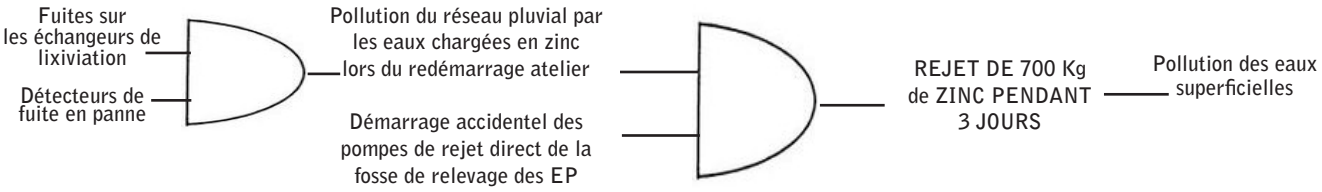
VOIR AUSSI

Aria 14163, 2900, 32798, 33308, 34319, 35320, 38488

Pollution d'une rivière à la suite d'un dysfonctionnement de capteur (Aria 26665)

Source: Dreal Haute-Normandie

METALLURGIE - REDÉMARRAGE (ARIA 26895) 21/01/2004



Dans une usine métallurgique, des eaux chargées en zinc se déversent dans un canal **lors du redémarrage après un entretien périodique des ateliers de lixiviation et d'électrolyse**. L'établissement dispose d'un réseau pour les eaux pluviales polluées, relié à une fosse de relevage permettant leur transfert vers un bassin de stockage et une station de neutralisation-décantation. Les anciennes pompes de la fosse qui permettent un rejet direct (sans traitement) dans le canal ont été maintenues en place pour être utilisées dans des situations exceptionnelles. Le jour de l'accident, des fuites sur les échangeurs de lixiviation s'écoulent dans ce réseau d'eaux pluviales puis, à la suite d'une erreur de manipulation des pompes, sont rejetées sans traitement dans le canal durant 3 jours ; 700 kg de zinc sont ainsi déversés dans le milieu naturel. Une enquête révèle que l'erreur de manipulation a été possible en raison du maintien en place sans consignation des anciennes pompes. L'Inspection constate également **une panne du système de détection des fuites** et de sa transmission à l'automate de contrôle du procédé [...] L'exploitant prend plusieurs mesures : remplacement des échangeurs, déplacement de la mesure de conductivité et recyclage des condensats des évaporateurs, verrouillage ou consignation électrique des anciennes pompes et mise en place d'une procédure pour leur utilisation. Un arrêté préfectoral de prescriptions complémentaires imposant notamment la condamnation des pompes est proposé au préfet.

VOIR AUSSI

Aria 14203,18135

Une analyse plus précise a été menée sur les causes de défaillance des capteurs impliqués dans les accidents de l'échantillon secondaire « avec capteur » pour chacun des secteurs d'activité étudiés, soit 57 % des accidents considérés dans l'étude. Ces causes peuvent être classées en trois grandes catégories :

- **Non-conformité du capteur à la fonction recherchée :** erreur de spécification (ergonomie, conception, matériaux, sensibilité, précision de la mesure...), erreur de réglage (seuil de détection, consigne, temporisation ou fréquence d'échantillonnage), implantation inadaptée (risque de colmatage ou de fuite sur des lignes d'échantillonnage, mesure non représentative...) ;

- **Non-fonctionnement du capteur :** erreur d'installation ou de raccordement, agression météorologique (foudre, gel, vent, humidité...), colmatage / encrassement / grippage, perte d'utilité, shunt volontaire ou involontaire , corrosion / oxydation (du corps du capteur, du piquage, des câbles ou connexions de l'enveloppe), autres pannes non identifiées ;

- **Information erronée du capteur :** défaut d'étalonnage, dérive de la mesure (empoisonnement des cellules catalytiques, endormissement des cellules électrochimiques des détecteurs de gaz ou d'incendie), perturbation électromagnétique.

Ces trois catégories de défaillance de capteurs permettent d'analyser plus en profondeur les accidents «capteur» de chaque secteur pour en tirer des enseignements.

2.1 Le capteur est-t-il adapté à la fonction recherchée ?

La non-conformité du capteur à la fonction recherchée représente jusqu'à 31 % des accidents liés à une défaillance du capteur selon le secteur étudié. Un sondage mené en 2002 sur 192 sites industriels français a montré que les erreurs de configuration du capteur représentaient 35 % des défaillances capteur rencontrées sur les installations [2]. Par ailleurs, selon l'*Association des Exploitants d'Equipements de Mesure, de Régulation et d'automatisme*, 39 % des 107 équipements d'automatisme – constitués à 89 % de capteur et testés sur 5 ans - étaient hors spécification dans les conditions de référence et 74 % d'entre eux hors spécification sous grandeurs d'influence de la mesure [8]. Enfin en 2003, le HSE britanique a estimé, aprés avoir analysé 34 accidents graves d'automates industriels, que 44 % des défaillances étaient dues à une erreur de spécification et 15 % à une erreur d'installation [12].

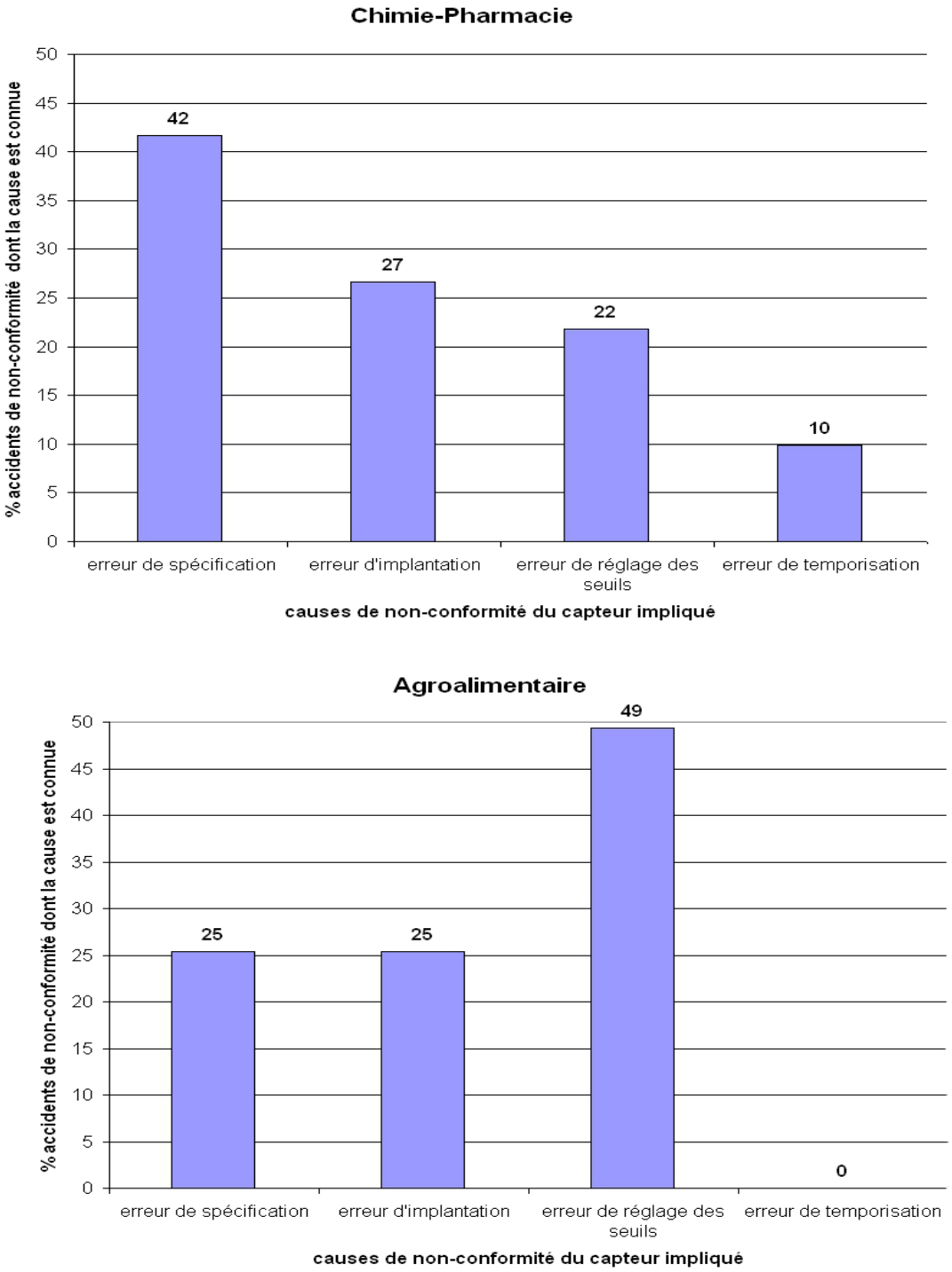
Dans le secteur de la Chimie-Pharmacie, 31 % des accidents avec capteurs ont pour cause une non-conformité du capteur aux conditions d'exploitation, principalement en raison d'une erreur de spécification, de réglage ou d'implantation du capteur. Ce pourcentage est aussi de 31 % pour l'Agroalimentaire. Des accidents illustrant des problèmes de conformité dans ces secteurs sont présentés p. 20. La répartition des différentes catégories de non-conformité pour ces 2 secteurs est présentée figure 6.

Plus de 30 % des accidents de Chimie-pharmacie et d'Agroalimentaire impliquant des capteurs défaillants sont dus a un choix erroné : mauvaise spécification, erreur de réglage ou de positionnement, plage de mesure inadaptée

Capteur en réseau sans fil protégé des intempéries
(DR: Banner Engineering)

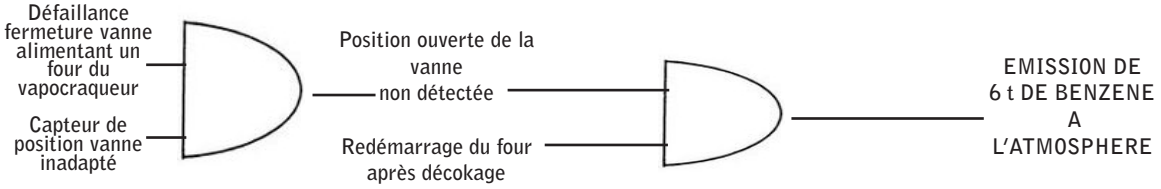
Figure 6

Erreurs de spécification dans l'accidentologie capteur en Chimie-Pharmacie et Agroalimentaire



Peu d'accidents liés à une non-conformité ont été identifiés pour les secteurs du Raffinage et la Métallurgie, les erreurs de spécifications sembleraient donc être rarement en cause dans ces 2 secteurs. Une standardisation plus poussée de l'instrumentation et une homogénéité des installations et procédés plus grande que dans le secteur de la Chimie pourraient expliquer ce constat (politique d'achat menée par de grands groupes pour l'ensemble des sites, importance de la prise en compte du retour d'expérience matériel grâce à des bases de données fiabiliste pétrolières comme la base OREDA...).

CHIMIE - SPÉCIFICATION (ARIA 32798) 14/02/2007



Une importante fuite d'hydrocarbures a lieu au redémarrage après maintenance (décokage) d'un four sur la ligne du vapocraqueur d'un site chimique [...] La phase de transition entre le décokage et le redémarrage du four nécessite la manœuvre de 2 vannes [...] lors de l'accident, un problème mécanique empêche la fermeture de la 1ère vanne sans que l'automate ou le personnel ne le détecte. Dans ces conditions, la vanne entre le four et la trempe est ouverte, entraînant l'émission à l'atmosphère de 6 t de gaz craqué issu du secteur de trempe [...] L'analyse des défaillances réalisée par l'exploitant met en cause une rupture de l'accouplement entre le moteur électrique et la tige de la vanne de décokage. Par ailleurs, **la conception de fin de course, basée sur la détection d'un nombre de rotation de l'organe moteur et non sur la position physique de la tige de la vanne, n'a pas permis de détecter la non-fermeturee de la vanne**...

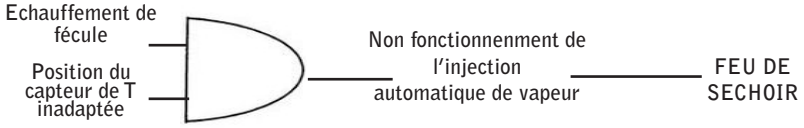
VOIR AUSSI	
Capteur inadapté (à la réaction, aux produits, aux risques)	Aria 10164, 18942, 22103, 23745, 26432, 31670, 31734
Capteur sous-dimensionné	Aria 15295, 19964, 24935, 38129
Sensibilité insuffisante	Aria 19964, 23898, 24935 29418, 30725, 34256, 35293
Capteur mal positionné	Aria 14163, 16632, 19242, 30226, 32253

CHIMIE - RÉGLAGE (ARIA 33308) 18/06/2007

Dans une usine de fabrication d'ammoniac et engrais, 200 kg d'oxydes d'azote (NOx) sont émis à l'atmosphère via la cheminée de l'atelier acide nitrique en redémarrage après un arrêt de 2 semaines pour maintenance [...]l'émission se poursuit 50 min jusqu'à ce que l'exploitant identifie la cause de l'incident : une défaillance du dispositif de mesure du titre de l'HNO3 en sortie de dénitreur (avant l'envoi du HNO3 vers le stockage) [...] L'inspection des IC notera sur place **que le seuil d'alarme de niveau haut concernant les émissions de NOx n'est pas adapté aux phases de démarrage** (**saturation de l'analyseur de NOx** lors du redémarrage de l'unité et mesures reportées non prises en compte). Seule les fumées rousses ont alerté les opérateurs...

VOIR AUSSI	
Seuil de détection inadapté	Aria 5906, 7150, 21104, 22206, 24122, 24570, 27937, 28774, 30691, 33308
Temporisation inadaptée	Aria 17253, 19548, 38732

AGROALIMENTAIRE - POSITION (ARIA 10165) 11/06/1997



Un incendie se déclare à la base d'un séchoir à fécule. L'accident est probablement dû à un dépôt accidentel de fécule ayant subi un échauffement anormal. **Compte tenu de la position inadaptée du capteur de température**, l'injection de vapeur automatique prévue pour éviter ce type d'incident n'a pas fonctionné.

VOIR AUSSI Aria 34205 (dépôt pétrolier)

2.2 Le capteur va-t-il fonctionner comme prévu ?

Buse de nettoyage automatique d'un capteur Redox (DR : CERLIC)

Un second type de défaillance concerne le non-fonctionnement du capteur, même si celui-ci a été correctement spécifié et réglé. Selon le secteur étudié, elle représente de 60 à 80 % des causes de défaillance. Le sondage réalisé en 2002 sur un échantillon du parc industriel français montre qu'à l'installation les erreurs de montage et les problèmes de câblage du capteur représentaient 52 % des causes de défaillance de capteur rencontrés sur les installations, loin devant les défauts intrinsèques au capteur (33 %). En phase d'exploitation, les défaillances de capteur sont principalement dues à l'usure de pièces mécaniques ou de pièces en contact avec les procédés (43 %) et à des dysfonctionnements électroniques (38 %)[2].

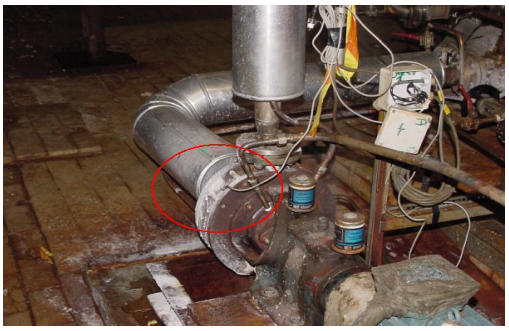
Les accidents exclusivement liés à la panne d'un capteur représentent de 48 % (Chimie) à 80 % (Raffinage) des accidents « avec capteur » selon le secteur étudié. Sur l'ensemble des accidents « avec capteur » où les causes de la panne sont connues et sur les secteurs où le nombre d'accident « avec capteur » est significatif , le tableau 6 montre que celles-ci relèvent principalement d'une erreur organisationnelle par défaut de contrôle ou d'entretien du capteur : colmatage / encrassement / grippage des organes de détection (corps d'épreuve), erreur de mise en place ou de branchement du capteur, shunt, corrosion ou oxydation.

La majorité des accidents « avec capteur » étudiés résultent d'une panne, qui, dans plus de 2/3 des cas où la cause est connue, relève d'une erreur humaine ou d'organisation (défaut de contrôle ou d'entretien, shunt)

Les causes vraiment externes à l'exploitation, telles que la perte d'une utilité et les agressions météorologiques, représentent en général moins du tiers des causes de panne connues. Trois accidents illustrant des causes de panne dans le secteur de la Chimie-Pharmacie et de l'Agroalimentaire sont présentés en page 22.

Tableau 6 : Principales causes de pannes de capteur dans l'accidentologie étudiée sur 2 secteurs

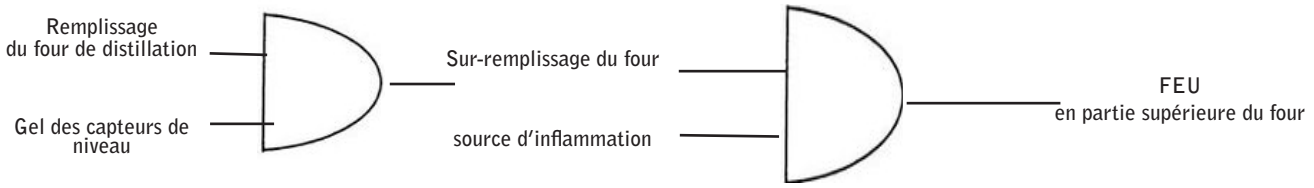
Causes	Chimie-pharmacie	Agroalimentaire
Total accidents sur panne (des accidents avec capteur)	48 %	66 %
Pourcentage des accidents sur panne capteur où la cause est connue		
Encrassement-colmatage-grippage	34 %	29 %
Installation-branchement	10 %	29 %
Shunt	10 %	29 %
Perte d'utilité	10 %	14 %
Corrosion-Oxydation	14 %	0 %
Agression météo	21 %	0 %



Une panne d'une sonde de température de process est à l'origine de la brûlure de l'opérateur effectuant la maintenance (Aria 30723)

Source: Dreal Nord Pas de Calais

RAFFINAGE - AGRESSION MÉTÉO (ARIA 23309) 14/12/2001

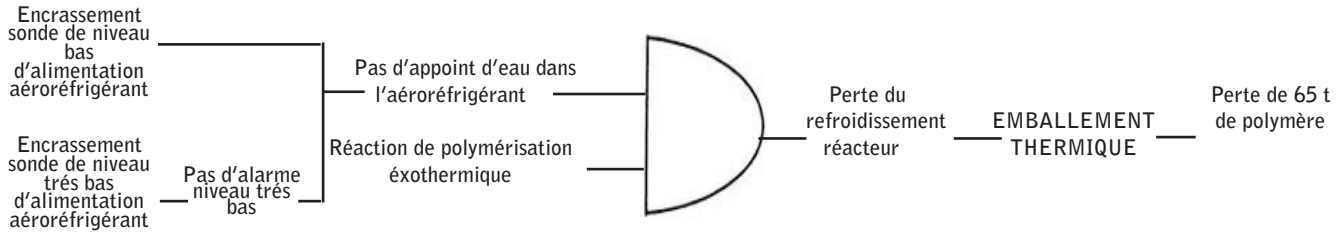


Un feu se déclare en partie supérieure du four de distillation sous vide d'une raffinerie. L'incendie est maîtrisé très rapidement depuis la salle de commande par arrêt d'urgence de l'unité. Cette-dernière redémarre après 48 h d'arrêt, le temps d'analyser la situation et réaliser les tests des sécurités. **L'incident serait dû au gel de plusieurs capteurs** ayant provoqué l'admission en sur-débit d'hydrocarbures liquide

VOIR AUSSI

Gel / Orage / Foudre — Aria 7508, 19683, 25147, 33293, 37499

CHIMIE - ENCRASSEMENT (ARIA 18339) 22/07/2000

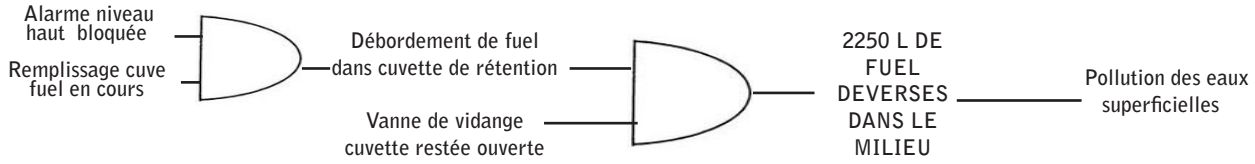


Vers 22h40, au cours d'une réaction de copolymérisation styrène/acrylonitrile, l'opérateur en salle de contrôle détecte une montée anormale de température à 125 °C sur l'un des réacteurs de 75 m³ d'une usine de matières plastiques. L'écran de visualisation de la salle de contrôle confirme la demande de refroidissement. Un opérateur se rend alors au niveau de 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. Ce dernier ne parvient pas à réamorcer les pompes de refroidissement. L'opérateur en salle de contrôle déclenche la procédure d'urgence prévue en cas d'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 vidange du réacteur dans le dispositif «vide-vite» placé sous ce dernier, soit 65 t de mélange styrène-acrylonitrile. Au moment de la vidange, les limites du procédé étaient atteintes (température de 140 °C, pression de 5,2 bar). L'emballement thermique est dû à 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 l'encrassement des 2 sondes à lames vibrantes. 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.**

VOIR AUSSI

Encrassement / Colmatage / Blocage — Aria 7768 , 10905 , 19683 , 25057, 27585, 27905 , 30920 , 22211 , 30226 , 30726

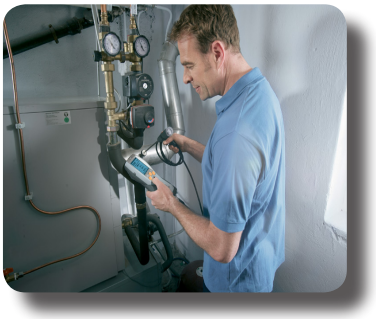
AGROALIMENTAIRE - BLOCAGE (ARIA 6198) 31/12/1994



Dans la salle des groupes électrogènes d'une entreprise alimentaire, une cuve de 2 250 l de fuel déborde dans sa rétention à la suite du mauvais fonctionnement d'une alarme de niveau haut (**flotteur bloqué**) pilotant l'arrêt automatique de la pompe d'alimentation. Un millier de litres de fuel s'échappe de la rétention dont la vidange était restée ouverte. L'hydrocarbure pollue la CERE sur 2 km, puis la DORDOGNE sur près de 8 km.

2.3 Le capteur donne-t-il une information juste ?

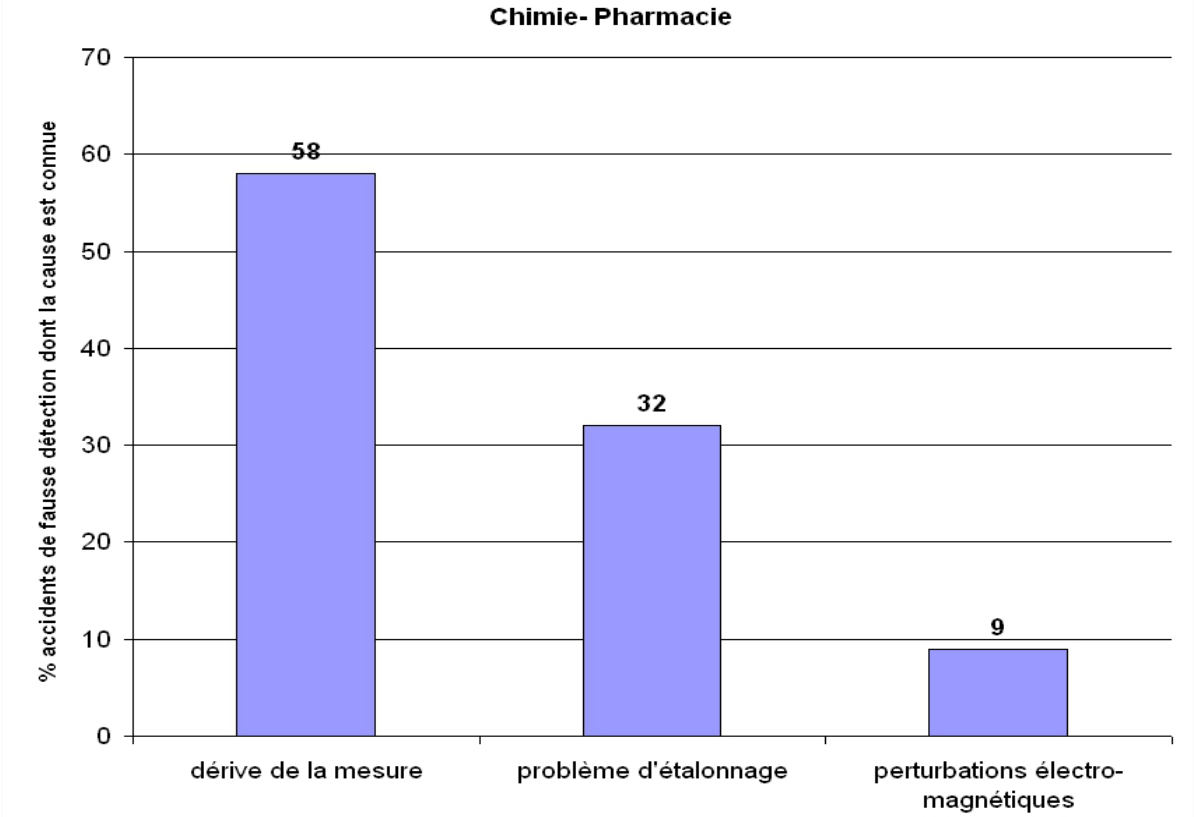
Un troisième type de défaillance, sans doute le plus difficile à détecter, recouvre les fausses détections d'un capteur qui génèrent ou aggravent une situation accidentelle. Pour les 4 secteurs étudiés, ce type de défaillance concerne de 11 à 30 % des accidents « avec capteur ». En phase d'exploitation, le sondage effectué en 2001 sur 192 sites industriels français montre que 27 % des défaillances de capteur seraient dues à une dérive des performances métrologiques du capteur incriminé : mauvais étalonnage, dérive de la mesure... Plus de 70 % des sites étalonneraient leurs capteurs avec une périodicité définie par leur propre expérience et seulement 3 % d'entre eux suivraient la périodicité recommandée par le fournisseur. Enfin, presque 7 % d'entre eux ne procéderaient à un étalonnage qu'en cas de problème sur le capteur [2]. Les relatifs problèmes de précision de la mesure découverts par EDF en février 2011 sur les capteurs de débit du système d'injection d'eau de sécurité de ses centrales nucléaires illustrent, outre les difficultés de mesure inhérentes à ce paramètre, que ce type de défaillance peut être difficile à détecter [11].



Etalonnage d'un détecteur de débit (DR: Testo Inc.)

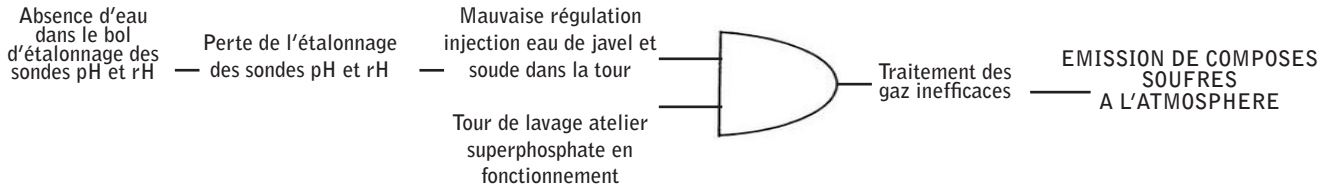
Cette cause de défaillance représente plus de 20 % des accidents « avec capteur » des secteurs Chimie-Pharmacie et Raffinage. Cependant, la cause exacte de la fausse détection est rarement connue dans les résumés de la base Aria. Pour le secteur de la Chimie-Pharmacie, la figure 7 montre qu'il s'agit essentiellement d'un problème de dérive de la mesure ou d'étalonnage ; un seul cas de perturbations électromagnétiques a été identifié. En supposant que cet échantillon d'accidents soit représentatif des autres secteurs, la plupart des fausses détections à l'origine d'accidents pourraient être dues à un problème d'étalonnage ou de dérive du capteur. Il faut rappeler que, selon la nature du capteur et l'intensité de son usage, la périodicité des contrôles métrologiques peut être très courte ; c'est le cas des pHmètre industriels dont l'électrode vieillit vite et dont l'étalonnage est quotidien en usage intense. Quelques exemples d'accidents provoqués par de fausses détections de capteurs sont présentés page 24.

Figure 7 *Principales causes de fausse détection des capteurs dans le secteur de la Chimie-pharmacie*



La fausse détection est impliquée dans plus de 20 % des accidents « avec capteur » des secteurs Chimie-Pharmacie et Raffinage. La majorité de ces fausses détections relèvent d'un problème de dérive de la mesure ou d'étalonnage

CHIMIE - ÉTALONNAGE (ARIA 33707) 03/09/2007

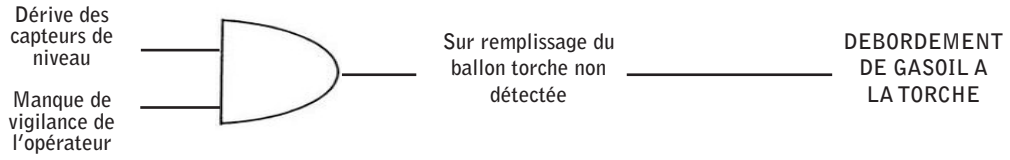


Vers 19h30, les rejets atmosphériques d'une usine de fabrication d'engrais intoxiquent 3 employés d'un site voisin qui sont hospitalisés pour maux de tête. Le lendemain, de nouvelles odeurs sont signalées à 6h50 par l'usine voisine. L'unité de superphosphates est arrêtée à 8 h faisant cesser les émissions odorantes.L'installation de traitement des odeurs de l'unité est vérifiée, les 3 venturis sont vidangés et les sondes pH et redox sont remplacées à titre préventif. Le redémarrage de l'unité n'entraîne pas de nouvelle perception d'odeurs.Un dérèglement des sondes de pH et redox l'après-midi précédent est à l'origine de l'accident. **Une fuite sur la canalisation de recirculation du laveur, alimentant en eau le bol de mesure des sondes pH/redox, a entraîné une intervention de maintenance et une perte d'étalonnage des sondes à la suite de l'absence d'eau dans le récipient de mesure.** Cette défaillance des sondes régulant l'injection de soude et d'eau de Javel dans la tour de lavage est à l'origine d'une baisse de rendement du dispositif de traitement des gaz de l'unité superphosphates chargés notamment en composés soufrés.

VOIR AUSSI

Capteur mal étalonné	Aria 733, 2137, 11107, 32470, 33487 34256
Dérive de la mesure	Aria 10905, 11665, 30178, 34319 37175
Fausse détection	Aria 2684 , 4908 , 25057, 29767 , 31490 31734, 33310 , 33626 , 33838

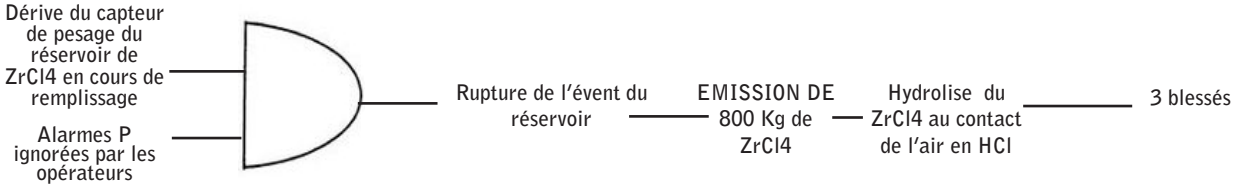
RAFFINAGE - DÉRIVE DE LA MESURE (ARIA 23139) 24/03/1986



Dans une unité d'hydrodésulfuration d'une raffinerie, du sulfure d'hydrogène (H2S) est détecté dans le gas oil désulfuré à la suite d'une avarie de niveau conduisant à une mauvaise appréciation de la situation. Après augmentation de la température de rebouillage, la disparition de l'H2S dans le gas-oil est observée. Peu après, du gasoil déborde en tête de torche suite au surremplissage du ballon de torche. **Ce débordement est aussi dû au dérèglement des alarmes de niveau,** anomalie qui n'a pas été détectée par le chef opérateur de la raffinerie.

VOIR AUSSI 26631 (étalonnage), 36101, 36113, 41148 (dérive de la mesure)

MÉTALLURGIE - DÉRIVE DE LA MESURE (ARIA 32640) 10/01/2007



Un épandage de 5 à 800 kg de tétrachlorure de zirconium (ZrCl4) a lieu dans l'unité de carbochloration d'un site chimique après rupture de la tuyauterie d'évent d'un réservoir de stockage. Le produit se répand principalement dans l'atelier, mais une partie atteint l'extérieur. Lors du ramassage du ZrCl4 épandu à l'extérieur, un nuage de chlorure d'hydrogène (HCl) se forme par hydrolyse. Trois salariés d'une entreprise voisine sont incommodés et mis en observation à l'infirmerie. L'analyse des causes de l'accident révèle que le système instrumenté associé au capteur de pression n'était couplé qu'à une seule des deux compacteuses alimentant le réservoir. Le transfert de ZrCl4 s'est donc poursuivi pendant 1h après la rupture du disque et de la canalisation. Par ailleurs, les agents en salle de contrôle ne sont pas intervenus lors des déclenchements répétés des alarmes de pression, choisissant de faire confiance aux données du peson qui indiquait un niveau de remplissage de 132 t pour une capacité de 150 t; **la dernière intervention métrologique sur ces pesons datait de plus de 6 ans.**

VOIR AUSSI

Capteur mal étalonné / Dérive de la mesure	Aria 13837 , 20753 , 32640

Conclusion

Les accidents impliquant des capteurs ne représentent qu'une faible partie des accidents de la base ARIA (3 % des accidents), et ceux causés par des défaillances critiques de capteur moins de 2%.

La présence de capteurs permettrait de réduire la survenue des accidents de type incendie et explosion, surtout dans les secteurs manipulant des matières dangereuses (Chimie, Raffinage).

A l'exception du secteur du Raffinage, les accidents étudiés montrent qu'il existe encore des marges d'amélioration de la sécurité passant par un meilleur taux d'équipement en capteurs correctement spécifiés et installés.

L'implication des capteurs dans l'accidentologie est plus marquée en dehors des phases d'exploitation normale des installations: redémarrage, arrêt ou mise à l'arrêt.

Plus d'un accident capteur sur deux est dû à une panne, les deux tiers des causes identifiables relèvent d'une erreur humaine ou d'une organisation inadaptée : manque d'entretien, mauvais branchement, défaut de nettoyage...

Pour les secteurs les plus équipés en capteurs, la fausse détection est à l'origine de plus de 20 % des accidents impliquant des capteurs défaillants. Elle découle en général d'une dérive de la mesure ou d'un défaut d'étalonnage.

Bien qu'ils soient moins répandus que les capteurs de température et de pression, les capteurs de niveau sont impliqués dans plus de 20 % des accidents étudiés, quel que soit le secteur d'activité. Leurs mécanismes les rendraient plus facilement sujets au blocage et au colmatage.

Cette étude montre l'effet globalement positif des capteurs sur l'accidentologie des secteurs étudiés. Cet effet ne dispense cependant pas les exploitants d'une réflexion poussée sur le nombre, la technologie et le rôle de ces capteurs pour assurer la sécurité de leurs procédés et installations.

L'étude montre également l'importance d'une spécification rigoureuse pour installer des capteurs adaptés aux matières mises en oeuvre, ainsi qu'aux contraintes d'environnement et de fonctionnement des procédés.

Enfin, une fois en place, l'efficacité de ces capteurs dans la durée va dépendre de la qualité et de la rigueur de l'organisation humaine et technique mise en place pour en assurer le suivi et la maintenance : entretien courant, test périodique, étalonnage, contrôle de branchement, adaptation aux évolutions des procédés...

Déjà en 1994, un spécialiste de l'automatisme industriel affirmait :
« *Nous perdons l'habitude de réfléchir et de considérer que l'analyseur, si excellent soit-il, est sujet à l'erreur intrinsèque et vieillit. On confie à l'informatique plus qu'elle ne doit traiter* ».

Recommandations par secteur

	Place du secteur dans l'accidentologie capteur	Absence de capteurs	Type Feu/ explosion	Victimes	Phases d'arrêt ou démarrage	Pb Spécifications	Entretien inadaptée	Fausse détection	RECOMMANDATIONS
CHIMIE PHARMACIE	++	+	-	- -	++	+	+	+	• Prendre en compte les capteurs dans les EDD pour réduire la gravité des accidents. Le capteur est un équipement clef pour réduire l'accidentologie du secteur • L'equipement en capteurs du secteur peut encore être amélioré (conduite des procédés, sécurité) • Attention au comportement des capteurs en phase d'arrêt et de démarrage des installations •Porter une attention particulière à l'organisation mise en place autour du cycle de vie des capteurs: **Spécification** : adaptation aux procédés, à leurs environnements et à la nature des risques redoutés **Entretien:** fréquence, métrologie, nettoyage **Travaux:** suivi spécifique (branchement, métrologie..).
AGROALIMENTAIRE	-	++	-	-	++	+	+	/	•Améliorer le taux d'équipement du secteur en capteur, particulièrement en capteurs de sécurité adaptés aux risques du secteur (fuite toxique, incendie, poussières...) •Attention au comportement des capteurs en phase de mise en arrêt et de démarrage des installations •Une organisation plus rigoureuse de la maintenance doit être mise en place (60 % des accidents capteurs du secteur sont dus à une panne)
RAFFINAGE	-	- -	- -	- -	+++	-	++	+	• Si l'accidentologie confirme le bon taux d'équipement en capteurs ainsi que leur adaptation aux risques et aux procédés, des efforts sur la maintenance semblent être nécessaires vu l'importance et la sollicitation des capteurs: 80 % des accidents capteurs du secteur sont dus à une panne • Les axes d'effort doivent porter sur la rigueur de l'organisation et les moyens donnés à la maintenance, en particulier celle portant sur les capteurs de niveaux •Attention au comportement des capteurs en dehors des phases normales d'exploitation (arrêts prolongés)
METALLURGIE	-	+	-	-	++	-	++	/	• Améliorer le taux d'équipement du secteur en capteurs, particulièrement en capteurs de sécurité adaptés aux risques du secteur (fuite de matières dangereuses, incendie) •Attention au comportement des capteurs en phase de mise en arrêt et de démarrage des installations •Une organisation plus rigoureuse de la maintenance doit être mise en place (70 % des accidents capteurs du secteur sont dûs à une panne)

+++ : accidentologie élevée pour ce critère
++ : accidentologie importante
+ : accidentologie notable
- - : accidentologie faible
- : accidentologie peu significative

- **Directive ATEX :** La directive ATEX 94/9/CE s'applique aux appareils et systèmes de protection destinés à être utilisé en atmosphère explosible, c'est à dire susceptible, par suite des conditions locales et opérationnelles, de devenir explosives par la présence d'un mélange, avec l'air, dans les conditions atmosphériques de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières. Cette directive s'applique à tous les matériels qu'ils soient électriques ou non-électriques (mécanique, pneumatique, hydraulique …) pour autant qu'ils aient une source propre d'inflammation. Cette directive a été transposée dans le droit français par le Décret 96-1010 du 10 novembre1996.

- **Directive machines :** La directive "Machines" s'applique aux machines neuves mises sur le marché européen. Par "machine neuve", il faut comprendre les machines mises pour la première fois sur le marché européen. Son but est d'assurer un haut niveau de sécurité à ces machines et de permettre leur libre circulation. La première directive machines est sortie en 1989 et elle portait la référence 89/392/CEE. Elle a connu des évolutionspar la suite et le texte en vigueur actuellementporte la référence 98/37/CE.

- **HSE :** Health and Safety Executive, le HSE est une agence gouvernementale britannique créée en 1974 pour faire appliquer la législation relative aux aspects de santé et de sécurité au travail.

- **ICPE :** Une installation classée pour la protection de l'environnement est une installation fixe dont l'exploitation présente des risques pour l'environnement. Sa définition est donnée par le Livre V, Titre I, art. L 511-1 du Code de l'environnement (codification de la loi du 19 juillet 1976).

- **Influence (facteur d') :** voir page 4.

- **Influence (capteur sous grandeur d') :** Les grandeurs d'influence sont variables d'un capteur à l'autre car elles dépendent du processus physique mis en oeuvre. On retrouve les grandeurs de type mécanique ou thermique mais aussi des grandeurs électriques. On les classe en deux types :
  - **grandeurs d'ambiance :** grandeurs physiques indépendantes du mesurande (température, hygrométrie, champ magnétique...). La température provoque la dilatation des corps et des modifications des propriétés électriques. Les variations de pression et les forces provoquent des déformations. Les champs magnétiques peuvent induire des forces électro-motrices parasites.
  - **grandeurs d'influence d'alimentation :** paramètres électriques (courant, tension, fréquence) des circuits d'alimentation du capteur.

- **IPPC :** La Directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) est une directive européenne publiée en 1996 dont l'objectif principal est d'assurer un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble, eau, air, sols… (début 2012, cette directive est en cours de remplacement par la directive IED)

- **PPRT :** Le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT), défini par la loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, est élaboré et arrêté par l'Etat sous l'autorité du Préfet. L'objectif d'un PPRT est d'apporter une réponse aux situations difficiles en matière d'urbanisme héritées du passé et de mieux encadrer l'urbanisation future autour des établissements SEVESO seuil haut existants, à des fins de protection des personnes.

- [1] SÉCURITÉ INDUSTRIELLE – APPORTS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE DANS L'ÉTUDE DES DÉFAILLANCES DES SYSTÈMES AUTOMATISÉS.Frédéric Le Du. OCTOBRE 1996

- [2] LES INDUSTRIELS ET LEUR INSTRUMENTATION DE PROCESS.
  REVUE MESURE n° 744. AVRIL 2002

- [3] GUIDE D'ACHAT : LES MESURES DE DÉBIT.
  REVUE MESURE n° 755. MAI 2003

- [4] GUIDE D'ACHAT : LES DÉTECTEURS DE NIVEAU SUR LIQUIDES ET SOLIDES.
  REVUE MESURE n° 774. AVRIL 2005

- [5] CAPTEURS INTELLIGENTS : NOUVELLES TECHNOLOGIES ET NOUVELLES PROBLÉMATIQUES POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT.F. Brissaud, D. Charpentier, A. Barros et C. Bérenguer - 16ème Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement - Avignon 6-10 octobre 2008 - communication 3A-2

- [6] LE NOUVEL AGE D'OR DES FABRICANTS DE CAPTEURS.
  WWW.USINENOUVELLE.COM. 27 MARS 2008

- [7] INVENTAIRE 2011 DES ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES.
  DGPR/SRT/BARPI

- [8] DES STATISTIQUES QUI INTERPELLENT (107 MATÉRIELS TESTÉS SUR CINQ ANS).
  EXERA : Association des Exploitants d'Equipements de Mesure, de Régulation et d'automatisme. 2003

- [9] LES NORMES DE SÉCURITÉ RELANCENT L'INSTRUMENTATION.
  WWW.USINENOUVELLE.COM. 30 JUIN 2005

- [10] LES CAPTEURS AUTONOMES COMMUNICANTS AMÉLIORERONT LA FIABILITÉ DES
- SYSTEMES. WWW.USINENOUVELLE.COM.18 DECEMBRE 2008

- [11] NUCLÉAIRE : L'ÉTRANGE DÉFAILLANCE DES CAPTEURS D'EDF.
  WWW.USINENOUVELLE.COM. 28 FEVRIER 2011

- [12] OUT OF CONTROL: WHY CONTROL SYSTEMS GO WRONG AND HOW TO PREVENT FAILURE. Health and Safety Executive Books. HSG238. 2003

- [13] BUNCEFIELD/ WHY DID IT HAPPEN ? Health and Safety Executive Books - http://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/buncefield-report.pdf

ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES EN LIGNE

Sécurité et transparence sont deux exigences légitimes de notre société. Aussi, depuis juin 2001, le site www.aria.developpement-durable.gouv.fr du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, du Transport et du Logement propose-t-il aux professionnels et au public des enseignements tirés de l'analyse d'accidents technologiques. Les principales rubriques du site sont présentées en français et en anglais.
Sous les rubriques générales, l'internaute peut, par exemple, s'informer sur l'action de l'Etat, disposer de larges extraits de la base de données ARIA, découvrir la présentation de l'échelle européenne des accidents, prendre connaissance de l'indice relatif aux matières dangereuses relâchées pour compléter la « communication à chaud » en cas d'accident ou d'incident.

La description des accidents, matière première de toute démarche de retour d'expérience, constitue une part importante des ressources du site : déroulement de l'événement, conséquences, origines, circonstances, causes avérées ou présumées, suites données et enseignements tirés.

Plus de 200 fiches techniques détaillées et illustrées présentent des accidents sélectionnés pour l'intérêt particulier de leurs enseignements. De nombreuses analyses par thème ou par secteur industriel sont également disponibles. La rubrique consacrée aux recommandations techniques développe différents thèmes : chimie fine, pyrotechnie, traitement de surface, silos, dépôts de pneumatiques, permis de feu, traitement des déchets, manutention...

Une recherche multicritères permet d'accéder à l'information sur des accidents survenus en France ou à l'étranger.

Le site www.aria.developpement-durable.gouv.fr s'enrichit continuellement. Actuellement, près de 40 000 accidents sont en ligne et de nouvelles analyses thématiques verront régulièrement le jour.

Premier volet d'une analyse de l'accidentologie des automatismes industriels dans la base ARIA, cette étude examine en détail une sélection de 345 accidents impliquant des capteurs et survenus dans les secteurs de la Chimie-Pharmacie, du Raffinage, de l'Agroalimentaire et de la Métallurgie : ces quatre secteurs mettant en œuvre des matières et procédés qui présentent des risques technologiques significatifs et un taux important d'automatisation.

Une analyse détaillée de ces accidents, secteur par secteur, permet de tirer des enseignements visant à réduire l'accidentologie liée à ces équipements. Le caractère générique de ces enseignements leur permet d'être facilement transposables à toute installation industrielle faisant appel à des capteurs.

Ces enseignements ont pour but de sensibiliser toutes les personnes impliquées dans la sécurité des installations industrielles, quel que soit leur rôle. Cette étude montre en effet que les défaillances critiques des capteurs, ayant provoqué ou aggravé un accident, ont majoritairement pour cause profonde des dysfonctionnements de la chaîne organisationnelle sur l'ensemble du cycle de vie du capteur.

Les résumés des évènements présentés sont disponibles sur le site :
www.aria.developpement-durable.gouv.fr

Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels
5 place Jules Ferry
69006 Lyon
Téléphone : 04 26 28 62 00

Service des risques technologiques
Direction générale de la Prévention des risques
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie