

Pyrotechnie : pourquoi l'opérateur n'a-t-il pas respecté la procédure ?

Dans le secteur de la pyrotechnie, 12 % des accidents sont liés à des interventions humaines inappropriées : principalement des non-respects de procédures (depuis la création de la base ARIA, 132 accidents dans ce cas sur un total de 1076). Ce chiffre important interpelle, d'autant plus qu'il est probablement sous-estimé par rapport à la réalité car les causes restent inconnues pour une grande part des accidents. La récurrence des situations de non-respect de procédures dans les activités pyrotechniques est d'autant plus étonnante que ce secteur d'activité est très procédurier, étant donné que le moindre écart peut être fatal. Les règles et consignes sont donc là pour protéger la vie des opérateurs !

On distingue plusieurs types de non-respect de procédures : par le biais d'erreurs (actions involontaires) et par le biais d'actions volontaires, c'est-à-dire de transgressions. Les premières (oubli, maladresse, confusion...) sont de loin les plus courantes. Les deux accidents présentés dans la session « Pyrotechnie » du séminaire IMPEL 2015 illustrent cependant le deuxième aspect : la violation consciente de procédures (réalisation d'une opération non programmée de découpe d'une conduite contaminée ; actions non sécurisées lors du transfert de produits pyrotechniques). C'est donc sur ce type d'actions que cette fiche thématique se focalise.

En se basant sur des exemples concrets, l'objectif est de présenter les configurations types dans lesquelles des opérateurs sont amenés à sciemment contourner des procédures et d'investiguer les causes profondes associées, dans les différents contextes décrits.

1. Identification des trois situations types de transgression de procédure

Lors d'une transgression, l'opérateur contourne une règle en connaissance de cause, c'est-à-dire qu'il se rend compte qu'il commet une action non autorisée au moment même où il en prend l'initiative. Nous excluons donc ici les cas où le non-respect de procédure fait suite à une manœuvre involontaire (oubli, erreur de manipulation, erreur d'interprétation et confusion, maladresse).

Une violation de procédure peut prendre différentes formes :

- une action requise non réalisée, comme l'introduction de sacs de déchets pyrotechniques dans un four sans les avoir préalablement ouverts et contrôlés ;
- une action requise mal réalisée, comme l'introduction d'une quantité excessive de munitions dans des fourneaux de destruction, une opération de manutention réalisée par un seul opérateur au lieu de deux en temps normal et conduisant à la chute d'un contenant ;
- une action non requise réalisée, comme la remise en route forcée d'un équipement suite à une mise en défaut ou la réalisation d'une opération non programmée.

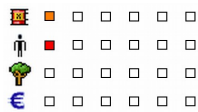
Sur la base de l'accidentologie, on identifie trois configurations types dans lesquelles un opérateur d'une installation pyrotechnique peut être amené à contourner les procédures :

1. Pour se faciliter la tâche. L'objectif peut être de gagner du temps pour terminer sa mission plus rapidement, par exemple en dépassant les quantités de produits au poste de travail, ou encore de s'éviter une confrontation avec la hiérarchie. Dans cette configuration, l'opérateur fait « à sa manière » et laisse d'autres préoccupations prendre le dessus par rapport au respect des règles et à la sécurité.
2. Pour tenter de résoudre un problème, en agissant souvent seul et parfois *à la place de*, au lieu de mettre l'installation en sécurité et de prévenir sa hiérarchie. Dans ces différents cas, la volonté de l'opérateur est de bien faire (résoudre le plus rapidement possible une situation anormale) mais le résultat de sa prise d'initiative n'est pas celui attendu. Au lieu d'avoir l'effet correctif escompté, l'action non codifiée de l'opérateur engendre une dérive accidentelle, fréquemment par l'apport d'énergie mécanique en présence de produits très réactifs (opérateur qui ouvre une machine qui s'est arrêtée et tire sur des pièces pour la débloquer...).
3. Pour répondre à des impératifs imposés par l'organisation, le plus fréquemment des contraintes horaires ou des objectifs de résultats.

Derrière les transgressions, qui sont les premiers symptômes des accidents, se cachent des causes de nature plus profonde. Celles-ci peuvent être liées à l'opérateur et à son état (fatigue, excès de confiance...) mais également à l'organisation au sein de laquelle il intervient (conditions de travail, gestion des risques). En général, il existe une combinaison de ces deux types de facteurs : de conditions organisationnelles inadaptées découle un état de l'opérateur propice à la transgression de règles.

2. Le cas de l'opérateur qui souhaite se faciliter la vie, faire à sa guise

Exemple d'accident correspondant à cette configuration



ARIA 22504 - IC - 18/05/2001 - 09 - MAZERES

Dans une usine de fabrication d'artifices, une composition pyrotechnique à l'étude à base de nitrate de potassium et d'aluminium déflagre au moment de sa destruction. Une instabilité chimique entraîne une décomposition exothermique et la déflagration. L'accident fait 3 blessés légers (brûlures et traumatismes auditifs), mais les conséquences auraient pu être dramatiques.

Bien que l'opérateur ait été expérimenté (10 ans d'expérience) et que les modes opératoires soient éprouvés depuis 20 ans, plusieurs erreurs et non-respects de procédure sont constatés :

1/ De l'eau, rendant la composition instable, est utilisée comme mouillant à la place d'un mélange eau/alcool.

2/ La procédure prévoit une destruction immédiate des compositions d'étude : celle-ci est différée dans le temps, ce qui augmente la probabilité d'accident (temps de décomposition de la composition).

3/ 10 kg de composition sont préparés pour destruction alors que la procédure prévoit un fractionnement en pots de 2,5 kg, ce qui aggrave les effets et les conséquences de l'accident.

L'exploitant prend des sanctions à l'égard de l'opérateur n'ayant pas respecté les consignes. Il mène une réflexion sur l'échec du système de management de la sécurité et sur le "maintien de la vigilance permanente" des opérateurs. La sensibilisation trimestrielle des opérateurs prévue par la réglementation et mise en œuvre sur le site n'a pas permis, dans ce cas, d'éviter un phénomène d'accoutumance.

Analyse des causes profondes

Si l'opérateur décide de faire autrement que prévu par les procédures lors de l'exécution d'une tâche qui lui est confiée, c'est fréquemment parce que les conditions de travail auxquelles il est soumis ne lui apparaissent pas satisfaisantes. Ainsi, des problèmes d'ergonomie au poste de travail, directement associés à des défaillances au niveau du choix des équipements et procédés, sont fréquemment à la base des comportements inappropriés. Par exemple, une configuration des installations rendant le nettoyage difficile peut conduire l'intervenant à ne pas aller au fond de sa tâche pour s'épargner des opérations fastidieuses.

L'organisation mise en place en termes de consignes et procédures peut également être incriminée. Des procédures existantes, et a priori appropriées dans leur contenu, peuvent ainsi être mal ou non appliquées par les opérateurs pour diverses raisons. L'accidentologie révèle des situations où les procédures sont vécues comme trop lourdes et contraignantes, mais également des cas où leur mise en œuvre n'est pas facilitée car elles ne sont pas disponibles dans la langue maternelle des opérateurs, données uniquement à l'oral ou encore mises à disposition au mauvais endroit. La simplification des procédures et la création d'outils plus « pratiques », par exemple la mise en place d'une check-list de vérifications à effectuer avant démarrage, sont des pistes d'actions correctives en la matière. Un processus de concertation peut par ailleurs être envisagé pour optimiser les procédures et faciliter leur appropriation par les intervenants.

L'insuffisance de la formation est également une cause fréquente, car des opérateurs peu conscients de la sensibilité des produits manipulés peuvent outrepasser les règles sans se rendre compte de la gravité de cet acte et de ses conséquences potentielles. Cependant, si la formation des opérateurs est défaillante, c'est généralement parce que la culture de la sécurité de l'organisation dont ils dépendent est globalement perfectible. On peut ainsi penser que l'action corrective « rappel des consignes » ou « sensibilisation » souvent mise en œuvre par les exploitants n'aura d'effet que si elle est accompagnée d'un changement de mentalité plus global au niveau de l'organisation.

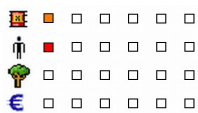
A l'inverse, il est indispensable de veiller à ce que des éléments propres à l'individu ne viennent pas annuler les efforts déployés par l'organisation en matière de formation aux risques. En effet, si le « facteur humain » n'est pas pris en compte à juste titre, des processus de formation apparemment rigoureux (recyclages réguliers) et l'existence de procédures éprouvées ne sont pas des obstacles suffisants à la transgression des règles par les opérateurs. Comme le montre l'accident ARIA 22504 ci-dessus, un sentiment d'excès de confiance chez un opérateur expérimenté peut conduire à des prises de liberté par rapport aux consignes et à l'exécution d'actions non prévues par les règles de fonctionnement de l'entreprise.

Dans ce contexte émerge évidemment la question de l'organisation du travail et de l'encadrement. L'accident ci-dessus est révélateur des dérives auxquelles peut conduire une supervision insuffisante. De tels problèmes d'encadrement sont également illustrés par l'accident ARIA 45545 présenté au séminaire IMPEL 2015 : l'absence le jour de l'accident de plusieurs cadres, susceptibles d'effectuer une validation, a probablement été l'un des facteurs conduisant les opérateurs à prendre une initiative malheureuse.

Ces lacunes en matière d'organisation du travail et d'encadrement vont par ailleurs de pair avec des défaillances au niveau de l'organisation des contrôles. En effet, une politique de contrôles insuffisamment développée ou mal adaptée aux risques ne pousse pas l'opérateur à être respectueux des consignes. Par exemple, l'absence de contrôle suffisant du respect des quantités autorisées au poste de travail peut conduire l'opérateur, comme dans le cas ci-dessus, à faire preuve de légèreté par rapport à ces valeurs consignes, pourtant cruciales lors du travail au contact de substances pyrotechniques.

3. Le cas de l'opérateur qui prend l'initiative de résoudre un problème

Exemples d'accidents correspondant à cette configuration



ARIA 31905 - IC - 24/02/2005 - 45 - LA FERTE-SAINT-AUBIN

Dans une usine de fabrication d'explosifs, un opérateur de production nettoie périodiquement l'outillage de sertissage des amorces à l'aide d'un chiffon imbibé d'alcool. Lors de cette opération suivie par un contrôle visuel, il observe des "bavures" métalliques sur le poinçon. **Comme il l'avait vu faire par l'artificier et le réglleur, il démonte l'outillage porte-poinçon à l'aide d'un matériel spécifique de nettoyage. Un claquage (détonation) se produit lors de l'extraction des éléments métalliques.** La friction a provoqué la réaction lors du nettoyage des "bavures" métalliques souillées d'explosif primaire (amorces contenant 25mg d'azoture de plomb dextriné et 50mg de composition renforçatrice). L'opérateur présente seulement quelques plaies légères au visage et au doigt puisqu'il portait des lunettes de sécurité et bouchons d'oreilles. **Malgré les consignes, le mode opératoire, la formation et son expérience, l'opérateur a effectué une tâche non prévue, sans en appréhender le danger.** Habituellement, ces opérations sont effectuées seul derrière un écran par le réglleur ou l'artificier, après accord de l'agent de maîtrise et neutralisation chimique de l'explosif.



ARIA 24923 - IC - 26/09/2002 - 65 - TARBES

Lors du chargement d'initiateurs avec une composition pyrotechnique à base de perchlorate de potassium et de zirconium, les 110 g de la composition réagissent dans la trémie. Le doigt de verrouillage du couvercle de la trémie est éjecté, cette dernière est soulevée. Le cycle automatique de la machine est arrêté suite à la détection d'un défaut de tassement. **L'opérateur, pensant à un défaut de remplissage de l'alvéole, relance le cycle, ce qui génère un double remplissage.** La friction générée par le sur-remplissage de l'alvéole déclenche l'initiation. L'analyse révèle que le capteur de contrôle de l'effort de compression ne fonctionnait plus depuis un incident précédent (ARIA 24922). **L'exploitant modifie la machine et sensibilise le personnel sur la nécessité de prévenir l'encadrement lorsqu'une anomalie est détectée pour analyser la situation avant toute reprise de l'activité. Il met en œuvre une procédure de contrôle des organes de sécurité tels que les capteurs après tout incident.**

Analyse des causes profondes

La prise d'initiative d'un opérateur qui décide de résoudre seul une situation anormale traduit une volonté de « parer au plus urgent » en laissant de côté les principes de base de sécurité. Ce type de phénomène se retrouve aussi dans l'exemple d'un employé au statut de « cadre » qui décide d'intervenir, alors qu'il connaît mal les installations et qu'il n'est pas en charge directe des opérations techniques, et commet ce faisant une erreur lors d'une tentative de résolution d'un problème. Une telle réaction face à une situation exceptionnelle pose la question de la conscience que l'employé a du danger encouru et de sa prise en compte dans la culture de l'entreprise. L'organisation a-t-elle été suffisamment efficace dans son rôle de sensibilisation au risque ? Les modèles proposés par les managers sont-ils cohérents avec l'attitude de sécurité attendue ? Existe-t-il des enjeux entrant en contradiction avec les implications d'une attitude de prudence (pression productive, par exemple) ?

Concernant la sensibilisation au risque, il faut veiller à ce que la formation des intervenants soit adaptée dans son contenu (intégration d'explications sur le comportement à adopter face à une situation atypique comme une panne ou une mise en défaut), mais aussi dans son mode de diffusion aux opérateurs (nécessité de recyclages ou « piqûres de rappel » réguliers pour rendre l'assimilation efficace). Les deux accidents dont les résumés figurent ci-dessus illustrent les dérives liées à une formation inadéquate : erreur dans l'identification du type de défaut survenant sur une installation, absence de mise en œuvre de la procédure d'alerte du hiérarchique en cas d'anomalie...

Les lacunes de l'organisation en matière d'identification des risques conduisent à des procédures incomplètes, qui laissent trop de marge de manœuvre aux opérateurs sur le comportement à adopter : l'accident ARIA 24923 révèle ainsi qu'il n'existait avant cet événement aucune procédure formalisée imposant la vérification systématique des éléments clés en matière de sécurité après un incident.

De même que dans le cas décrit au point 2, une formation insuffisante et une identification lacunaire des risques peuvent être à la source d'un excès de confiance ou d'un manque de conscience des risques de la part de l'opérateur qui pense alors pouvoir gérer seul une situation pourtant délicate, par exemple en imitant ce qu'il a vu faire par des collègues comme dans l'accident ARIA 31905. Les deux exemples ci-dessus révèlent là encore la contribution d'une organisation du travail inadaptée avec lacune de l'encadrement et de la supervision.

4. Le cas de l'opérateur sous pression

Exemple d'accident correspondant à cette configuration

ARIA 20502 - IC - 15/02/2000 - 83 – TOULON

Lors de la manutention d'un propulseur de missile, un missile chute de 0,6 m, n'entraînant toutefois pas de fonctionnement pyrotechnique. **Le cariste utilise un chariot élévateur non adapté dans le but de gagner du temps.** Il soulève le missile d'une hauteur trop importante, provoquant sa chute. D'autres anomalies sont constatées : le conteneur ne porte pas de marquage, la caisse est bleue (couleur du matériel d'exercice) alors que le missile n'est pas inerte. Le missile est faiblement endommagé, il sera rénové. L'exploitant effectue un rappel des consignes en plus des séances trimestrielles exigées par le décret du 28 septembre 1979 relatif à la protection des travailleurs contre les risques auxquels ils sont soumis dans les établissements pyrotechniques.

Analyse des causes profondes

Des situations de transgression de procédure par un opérateur « sous pression » sont souvent rencontrées au niveau des opérations de manutention, comme l'illustre l'accident ARIA 20502 ci-dessus, ainsi que l'accident survenu en Italie et présenté à IMPEL 2015 : en raison d'un pic d'activité saisonnière, les employés de l'entreprise de feux d'artifice ont agi dans la précipitation et sans respecter l'ensemble des règles de sécurité.

Un environnement psycho-social dégradé peut ainsi constituer une cause profonde de certaines violations de procédure : conditions de surcharge de travail (qui peuvent conduire un opérateur à prendre en charge une tâche qui ne lui était pas affectée, afin d'« aider ses collègues », et à commettre ce faisant une erreur) ou de stress, liées à de fortes contraintes d'exploitation ou à des impératifs horaires. A ce propos, il est intéressant de signaler que la surcharge de travail est souvent un problème chronique, qui revient par exemple chaque année au mois de juillet pour les entreprises de l'artifice de divertissement.

Si les cas, pour lesquels il apparaît clairement à la lumière des informations disponibles que l'accident a pour cause profonde une pression excessive reposant sur l'opérateur, sont relativement peu nombreux, ils n'en restent pas moins très instructifs. Il est par ailleurs probable que cette configuration soit présente dans un nombre plus important de cas qu'il n'y paraît au premier abord. Il convient toutefois de noter que de tels problèmes de conditions psycho-sociales du travail n'interviennent souvent qu'en tant qu'élément aggravant d'autres causes profondes (identification des risques, organisation du travail...).

Conclusion

La prise de conscience par les opérateurs de l'importance du respect des procédures est fondamentale, ne serait-ce que pour leur propre sécurité : des écarts tels que le non port des EPI ou le non-respect du comportement « en cas d'accident » peuvent en effet conduire à une aggravation des conséquences humaines des accidents. Dans le secteur de la pyrotechnie, plus encore que dans d'autres secteurs, tout ce qui n'est pas autorisé est interdit. C'est à l'organisation de mettre en place les moyens d'éviter ces dérives par une stratégie axée sur plusieurs niveaux : l'aspect purement procédural et organisationnel doit ainsi être complété par une solide « culture de la sécurité », c'est-à-dire une conscience aiguë des risques et la promotion d'une attitude de prudence/précaution adaptée en toute situation de la part de ses opérateurs.