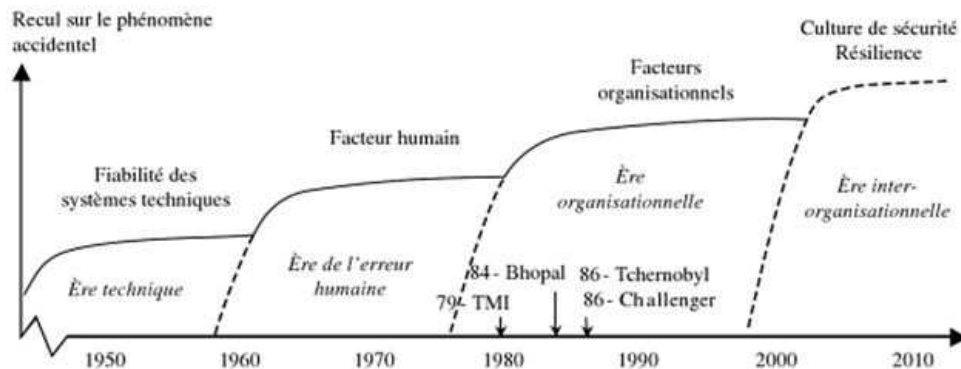


Erreur humaine ou organisation défaillante ?

Les entreprises ont développé ces dernières décennies des mesures techniques pour améliorer au fil du temps la fiabilité de leurs installations et prévenir les risques industriels. Des systèmes de management de la sécurité ont ensuite été mis en place pour assurer la robustesse de l'ensemble. Des progrès ont été observés depuis, mais la nécessaire poursuite de ces actions demandera une compréhension toujours plus grande des enjeux du facteur organisationnel et humain (FOH).



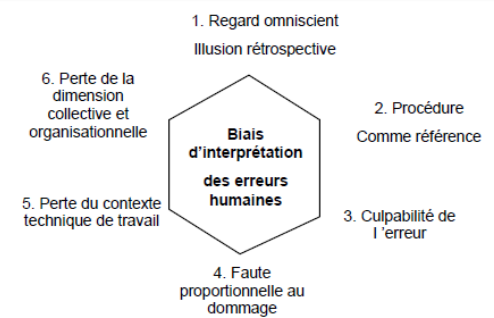
Evolution des approches du management de la sécurité / adapté de Groneweg, 2002 & Wilpert et Fahlbruch, 1998

Dans ce contexte, l'analyse des causes profondes des accidents est incontournable, de même que le recours à de nouveaux domaines de connaissance, comme les sciences humaines et sociales, appliqués aux problématiques « concrètes » rencontrées. Au-delà des aspects techniques et technologiques, mais aussi des contraintes réglementaires, le seul renforcement des formalismes divers ne constitue en effet pas une barrière suffisante pour limiter le nombre des défaillances constatées (« sécurité papier »).

1. Dépasser le stade de l'erreur de l'opérateur

Dans le cadre d'une enquête post-accidentelle, il convient à cette fin de ne pas arrêter la réflexion au constat d'une action humaine inadaptée ; très souvent en effet, les individus n'agissent pas forcément comme ils « auraient » dû ou pu le faire. Cette interprétation doit cependant être relativisée au regard de 6 grands biais d'interprétation des erreurs humaines :

- 1/ **L'illusion rétrospective ou du regard omniscient** : l'interprétation des actions des opérateurs ne doit pas se baser sur des événements qui apparaissent uniquement après coup comme évidents.
- 2/ **La procédure comme référence absolue** : la description des procédures ne doit pas constituer la seule référence pour interpréter les actions des acteurs.
- 3/ **La culpabilité de l'erreur** : il est en effet aisé de désigner coupable une personne qui n'a pas fait ce qui semble après coup comme une évidence ; ce piège est à éviter.
- 4/ **La faute proportionnelle au dommage** : la gravité du dommage ne doit pas être systématiquement associée à une gravité équivalente de l'action de l'opérateur entraînant la séquence.
- 5/ **La perte du contexte de travail** : les comportements des opérateurs ne doivent pas être analysés indépendamment et isolément mais toujours replacés dans la dynamique des événements en interaction avec le contexte de travail : équipements, interface...
- 6/ **La perte de la dimension collective et organisationnelle** : l'interprétation des actions ne doit pas être limitée à un seul individu, mais prendre en compte la dimension collective lors d'un travail en équipes et traiter les interactions entre les individus.

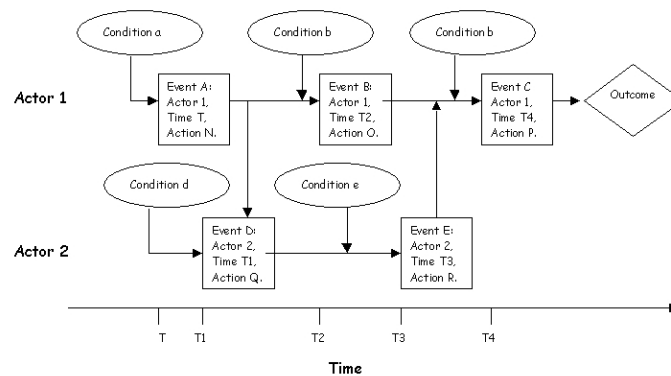


2. Deux méthodes parmi d'autres pour « creuser » l'organisationnel

Dans les années 90, les travaux de James Reason, à l'origine du concept des « trous dans le gruyère » (cf. page 3), font émerger les méthodes d'analyse déductive des accidents basées sur l'identification des causes profondes (Root Cause Analysis) à partir du constat d'un phénomène accidentel engendré par des situations déviantes sur l'état des équipements ou le comportement des opérateurs. Ses travaux aboutissent à une méthode d'analyse relativement simple et largement répandue aujourd'hui dénommée TRIPOD qui repose sur 11 catégories générales de défaillances latentes ou causes profondes d'accident, également appelées « Facteurs de risques de base » :

- Adaptation / Etat du Matériel / Spécification (Hardware - HW)
- Conception / Ergonomie (Design - DE)
- Gestion de l'entretien (Maintenance management - MM)
- Procédures d'exploitation / Consignes (Procedures - PR)
- Conditions propices à l'erreur / Facteurs physiques et psychologiques (Error enforcing conditions - EC)
- Milieu de travail / Rangement / Propreté / Ambiance (Housekeeping - HK)
- Objectifs incompatibles / Pression productive (Incompatible Goals - IG)
- Communication entre sites, équipes... (Communication - CO)
- Organisation / Encadrement (Organisation - OR)
- Formation (Training - TR)
- Barrières techniques / organisationnelles (Defences - DF)


Parallèlement, à la même époque, une autre méthode d'analyse appelée STEP (Sequentially Time Event Plotting) propose une représentation graphique innovante où la dynamique de l'accident est non seulement présentée de façon chronologique, mais aussi en identifiant précisément les « acteurs » impliqués dans les situations déviantes constatées et leurs causes profondes.



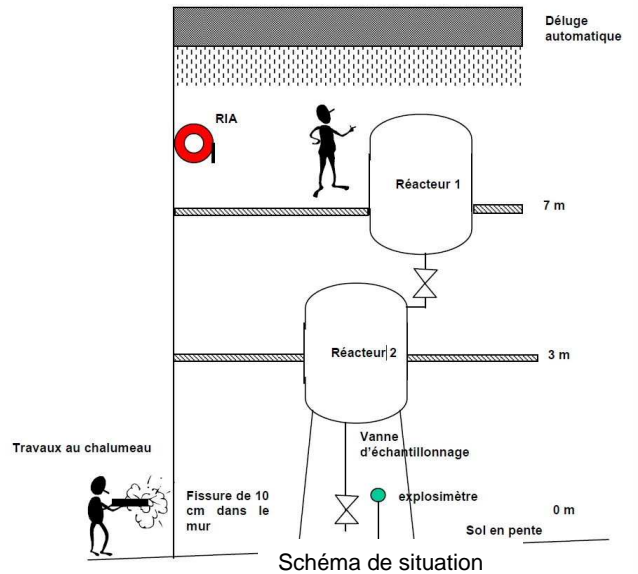
Méthode STEP / Source : www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/book/parts/chap11.pdf

Dans les faits, plusieurs causes plus ou moins apparentes et non exclusives les unes des autres sont généralement à l'origine de la situation accidentelle, elle-même souvent précédée de signes précurseurs et défaillances élémentaires techniques ou organisationnelles. Pour les seules installations classées, 919 accidents en France ont été répertoriés dans Aria pour l'année 2012. Sur les 601 événements pour lesquels des causes sont connues, 372 (62 %) mettent explicitement en cause le FOH et 82 % de ces 372 événements directement la gestion de l'organisation : encadrement défaillant, procédures absentes, incomplètes ou inadaptées, consignes ignorées, défauts d'ergonomie... Un manque de présence de l'encadrement sur le terrain ou une compréhension insuffisante des procédures et consignes de prévention sont souvent évoqués, leur non-respect étant généralement associé à un manque de contrôles internes.

3. De la notion d'erreur humaine à celle de défaillance organisationnelle :


ARIA 22836 - 28/01/2001 - 64 - MOURENX
 21.10 – Fabrication de produits pharmaceutiques de base
 Dans un atelier de fabrication de principes pharmaceutiques, un opérateur lançant un

nettoyage transfère vers 15 h 30 de l'acétone depuis un réacteur (niv. 7 m) vers un autre (niv. 3 m) dont la **vanne d'échantillonnage en point bas est restée ouverte** (niv. 0 m). Le solvant s'écoule selon la pente de l'atelier vers un mur comportant un passage non obturé de 10 cm et à l'extérieur duquel un sous-traitant effectue une découpe au chalumeau. Un 2^{ème} opérateur constate la fuite et ferme la vanne. Un **explosimètre défaillant depuis 3 jours** (problème de liaison) n'a pas été réparé. Les vapeurs d'acétone s'enflamment hors de l'atelier, puis le feu se propage instantanément sous le réacteur et aux étages supérieurs par une trémie. Un technicien sécurité déclenche la sirène POI et la mise en sécurité de l'atelier ; ses alimentations électriques sont coupées et le réseau d'évacuation des eaux est détourné vers une rétention. Un agent utilise un RIA depuis le niveau 7 m ; le système déluge se déclenche quelques minutes après et éteint l'incendie.



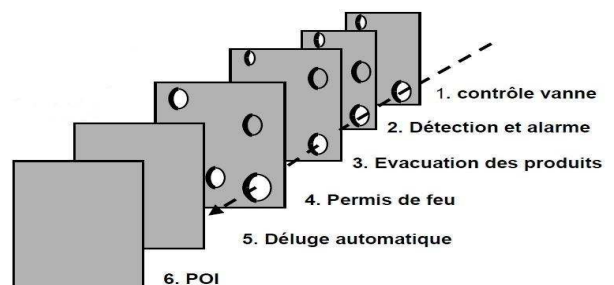
L'eau est laissée en refroidissement des structures durant 20 min. Des employés sous ARI effectuent une reconnaissance dans l'atelier et le POI est levé 30 min après avoir été déclenché. **L'exploitant analyse l'accident qui s'est produit lors de travaux d'aménagement réalisés en période estivale, revoit les pentes d'écoulement des sols de l'atelier et modifie la procédure de travaux avec permis de feu** : information des opérateurs de l'atelier, définition d'une plage horaire, interdiction d'utilisation de feu nu dans les zones à risques durant les phases d'exploitation, installation de prises électriques dédiées aux entreprises extérieures asservies à la détection explosimétrique et alimentées uniquement pendant le créneau horaire du permis de feu.

L'accident résulte d'un enchaînement d'événements traversant plusieurs barrières techniques et humaines :

1. contrôle de la vanne d'échantillonnage
2. détection explosimétrique (+ alarme)
3. évacuation des produits (drainage)
4. permis de feu

D'autres barrières ont ensuite joué leur rôle :

5. déluge automatique
6. POI



Modèle des « tranches de guyère » (Reason, 1990)

Le facteur humain est à l'origine de l'accident (vanne ouverte / restée ouverte ?), mais la séquence accidentelle n'implique pas pour autant un seul individu. L'analyse de l'accident avec prise en compte des biais d'interprétation du comportement humain fait émerger un ensemble de circonstances :

1. L'opérateur du 2^{ème} étage avait-il déjà eu à effectuer un nettoyage après un échantillonnage ? Avait-il l'expérience pour l'anticiper ? Ces séquences de travail ne s'étaient peut-être jamais enchaînées, rendant ainsi la fonction de contrôle ambiguë. Une évidence lors de l'enquête post-accidentelle, mais sans doute pas pour l'opérateur qui ne s'est jamais représenté cette configuration. En remplissant le réacteur, ce dernier pouvait-il imaginer en tout ou partie cette situation ? Il n'est pas précisé par ailleurs que l'opérateur devait contrôler la fermeture de la vanne avant de lancer le nettoyage.
2. Les descriptions relatives à la phase de nettoyage dans la procédure étaient-elles applicables ? Avaient-elles fait l'objet d'aménagements pour diverses raisons les rendant peut-être inapplicables dans certaines configurations ? Des contraintes de production amenaient peut-être à enchaîner rapidement les phases d'échantillonnage et de nettoyage, alors que celles-ci se faisaient auparavant avec un temps suffisant pour le contrôle...
3. Les agents qui nettoient le réacteur ou laissent la vanne ouverte sans réaliser le contrôle nécessaire ne peuvent être perçus comme « coupables ». Une erreur a été commise mais l'accident résulte d'inadéquations de l'ensemble du système. Les conditions de travail le jour de l'accident n'étaient-elles pas propices pour commettre une erreur (fortes pressions de temps, plusieurs aléas nécessitant de nombreux aménagements dans l'organisation des tâches...) ?
4. Enfin, plusieurs hypothèses concernant les interactions entre les 2 opérateurs seraient à approfondir : le 2^{ème} agent venait peut-être fermer la vanne qu'il avait laissé ouverte, n'étant pas parvenu à la fermer sur le coup pour des raisons techniques ; il ne savait peut-être pas qu'un autre opérateur allait nettoyer les réacteurs... Les dimensions collectives, très importantes, impliquent la coordination, la communication, la coopération et la concertation entre les individus. Sans ces éclairages de type collectif et de travail, il n'est pas possible d'avoir une vision d'ensemble. Dans le cadre de l'accident, il conviendrait de s'interroger sur ce que l'organisation avait prévu en matière de contrôle des événements : même personne fermant la vanne et contrôlant ensuite ou 2^{ème} personne (redondance) ?

L'analyse du contexte met ainsi en lumière des questions organisationnelles à analyser au regard de la gestion formelle de la sécurité sur le site, via un système de gestion de la sécurité (SGS) pour les sites Seveso par exemple. Modulo la confirmation de certaines hypothèses, ces causes profondes peuvent ainsi être analysées au regard des facteurs identifiés dans la méthode TRIPOD :

- Adaptation / Etat du Matériel / Spécification (Hardware - HW) : explosimètre hors service...
- Conception / Ergonomie (Design - DE) : pentes d'écoulement des sols, installation sur 2 niveaux (vanne non visible), mur provisoirement non étanche (perçement d'une ouverture), trémie favorisant la propagation du sinistre...
- Gestion de l'entretien (Maintenance management - MM) : explosimètre défaillant non réparé depuis 3 jours, procédure de travaux (permis de feu), travaux à proximité d'une installation en service...
- Procédures d'exploitation / Consignes (Procedures - PR) : enchaînement d'opérations (échantillonnage, nettoyage).
- Conditions propices à l'erreur / Facteurs physiques et psychologiques (Error enforcing conditions - EC) : effectif réduit, période estivale...
- Milieu de travail / Rangement / Propreté / Ambiance (Housekeeping - HK) : ?
- Objectifs incompatibles / Pression productive (Incompatible Goals - IG) : maintien de la productivité (installation restée en service) ?
- Communication entre sites, équipes... (Communication - CO) : échanges entre agents d'exploitation et de maintenance...

- Organisation / encadrement (Organisation - OR) : information des opérateurs (travaux en cours), gestion des équipes (production / travaux)
- Formation (Training - TR) : conduite de l'installation (échantillonnage, nettoyage, contrôles à effectuer)
- Barrières techniques / organisationnelles (Defences - DF) : prises électriques spécifiques asservies à la détection explosimétrique (installées après l'accident)

Conclusion

- Un accident est souvent la combinaison de causes directes ou immédiates (défaillances techniques et / ou erreurs humaines) **ET** de causes profondes (humaines ou organisationnelles).
- La prévention de défaillances techniques ou d'erreurs humaines (causes directes) passe non seulement par l'identification et le recours à des mesures correctives techniques, mais aussi et surtout par l'identification et l'utilisation de mesures correctives au niveau de l'organisation du travail et de la sécurité.
- L'identification et la recherche des causes directes et profondes nécessitent une approche multi-disciplinaire avec la participation et / ou l'interrogation des acteurs à différents niveaux de responsabilités (opérateurs, concepteurs, contremaîtres, ingénieurs, managers...) **ET** l'apport de compétences scientifiques et méthodologiques : chimistes, experts en explosion, ergonomes, sociologues, enquêteurs...