

19.11.62

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

DIRECTION DES MINES

Paris, le 19 Novembre 1962.

SERVICE TECHNIQUE

--

DM-T n° 3805

INSTRUCTION

Objet : Recommandations générales sur l'instruction des accidents d'appareils à pression.

A - Remarques générales.

1) Il résulte de l'article 44 du décret modifié du 2 avril 1926 que l'Ingénieur des Mines est le responsable normal des enquêtes d'accidents d'appareils à vapeur. Cette règle est également valable pour les appareils à pression (article 10 du décret modifié du 18 janvier 1943).

S'il arrive parfois que l'Ingénieur des T.P.E. soit le premier informé et le premier sur les lieux de l'accident, il doit rendre compte immédiatement, si possible par téléphone, à l'Ingénieur des Mines.

Hors les cas simples où l'Ingénieur des T.P.E. est parvenu immédiatement aux conclusions (par exemple bouteille de butane prise dans un incendie, éclatant après un gonflement important, sans que la déchirure intéresse les soudures ou leur voisinage), une enquête sur un accident d'appareil à pression est une oeuvre collective.

L'Ingénieur des Mines doit prendre la responsabilité effective de l'enquête et rester constamment associé à sa progression. Il lui appartient de tenir au courant le Chef de l'Arrondissement minéralogique.

2) Si nombreuses et astreignantes que soient les tâches du service, on doit, dans toute la mesure possible commencer l'enquête très rapidement, quitte à y revenir ensuite plus à loisir.

Les témoignages comme les indices matériels se détériorent très rapidement. On ne peut donc recommander systématiquement de commencer par eux ou par les autres. Toute enquête est un compromis dans lequel l'Ingénieur se laissera guider par son bon sens. Tout au plus peut-on conseiller, lorsqu'on ne connaît pas parfaitement les lieux, de prendre d'abord une vue d'ensemble de la disposition

.....

des installations affectées par l'accident, et de recueillir dès le début, si l'accident survient dans un établissement industriel, une première déposition du chef d'établissement, qui peut orienter l'enquêteur sur la ou les filières hiérarchiques auprès desquelles les témoignages seront à recueillir (Bureau d'études, travaux neufs, entretien, exploitation).

3) L'enquêteur doit être correctement outillé. En dehors de vêtements à l'épreuve de tous les travaux ou examens et d'un carnet quadrillé cartonné assez grand pour prendre sur le terrain des notes et des croquis clairs, il devra disposer d'un décimètre, d'un mètre pliant ou à ruban, d'un pied à coulisse ou palmer, d'une loupe de minéralogiste, parfois d'un chronomètre. Lorsque le service dispose d'appareils photographiques la prise de clichés est toujours utile et permet souvent d'économiser de longues descriptions.

4) L'éclatement d'un appareil à pression peut intervenir:

a) par insuffisance ou détérioration progressive de l'appareil fonctionnant sous son régime de pression normal,

b) par excès de pression sur un appareil offrant une résistance normale,

c) les deux causes peuvent être combinées, lorsqu'un excès de pression accidentel met en évidence une faiblesse ou un affaiblissement de l'appareil qui n'offre pas ou n'offre plus la marge de sécurité sur laquelle on croyait pouvoir compter,

d) sous l'effet d'un choc ou d'une sollicitation extérieure.

Bien entendu les cas b) et c) supposent également une défaillance des organes de sécurité, s'ils existent.

Les surpressions internes peuvent avoir un caractère purement physique, auquel cas elles permettent des calculs plus ou moins précis, ou résulter d'une réaction chimique de caractère explosif, qui interdit généralement tout calcul.

5) La présente instruction, en examinant successivement - les documents - les témoignages - les indices concrets, ne suit pas un ordre chronologique. En particulier, les documents, sauf fraude, ne risquent guère d'être altérés, et, dans la mesure où ils ne sont pas nécessaires à la collecte des dépositions et à la recherche des indices matériels, on peut en différer le rassemblement.

L'énumération très complète qui suit sera souvent surabondante. La durée de l'enquête et le volume du procès-verbal doivent être adaptés à l'importance de l'accident et à l'intérêt des problèmes qu'il soulève.

6) Il est d'usage dans l'Administration des Mines que le travail écrit de l'Ingénieur des T.P.E. soit principalement un "procès-verbal" strictement objectif, l'analyse des faits et observations les déductions et les conclusions étant du ressort de l'Ingénieur des Mines et du chef de l'arrondissement minéralogique.

Lorsqu'une telle séparation est possible il vaut donc mieux que l'opinion de l'Ingénieur des T.P.E. soit reportée dans un document distinct, destiné à rester intérieur au service et que l'Ingénieur des Mines pourra utiliser lors de la rédaction de son propre avis.

Dans de nombreux cas plus complexes, par contre, la conduite même de l'enquête dépend des déductions qu'on a pu tirer des premières observations. L'Ingénieur des T.P.E. devra alors pour la composition de son rapport, se conformer aux instructions de l'Ingénieur des Mines.

Il arrive parfois qu'une expertise judiciaire soit menée parallèlement à l'enquête du Service des Mines. Il ne faut pas perdre de vue que si les deux enquêtes cherchent à manifester la vérité, l'expertise judiciaire ne contribue que très indirectement à l'amélioration de la sécurité, par la crainte exemplaire de sanctions éventuelles, alors que la recherche d'enseignements pour l'avenir est un des buts principaux de l'enquête administrative. Il convient en conséquence, dans le cadre des articles C 356-2 et 356-7 du Code de procédure pénale d'éviter, autant que faire se pourra, de compromettre les fruits de l'enquête administrative.

B - Les documents.

Il faut distinguer les documents relatifs à la structure des installations ou appareils d'une part, les documents relatifs à leur utilisation ou à leur fonctionnement d'autre part. La liste ci-après est très incomplète; il faut évidemment se limiter aux documents utiles à la compréhension et à l'explication de l'accident sans surcharger le dossier, ni tracasser inutilement l'exploitant ou ses fournisseurs.

.....

Structure des installations ou appareils.

- Plan d'ensemble de l'usine.
- Plans de l'atelier.
- Plans d'exécution des appareils, des tuyauteries.
- Commandes, cahier des charges et spécifications de la fourniture de l'installation ou des appareils, non seulement au niveau de l'exploitant, mais le cas échéant au niveau des fournisseurs et de leurs sous-traitants.
- Etats descriptifs, bulletins d'analyses et d'essais des matériaux constitutifs.
- Comptes-rendus des opérations de réception ou d'essais.
- Procès-verbaux d'épreuve.

Surveillance et entretien des installations et appareils.

- Contrôles périodiques du bon état des appareils et notamment mesures d'épaisseur et contrôle des fissurations.
- Organisation et comptes-rendus des visites réglementaires.
- Procès-verbaux de réépreuves.
- Ordres d'exécution, plans et comptes-rendus des modifications et réparations effectuées.

Fonctionnement théorique des installations ou appareils

- Description du procédé.
- Consignes générales et particulières de fonctionnement, de remplissage ou d'utilisation des appareils.
- Nature et contrôle des produits contenus et de leurs impuretés.

Fonctionnement réel des installations ou appareils.

- Registres de quarts, instructions particulières.
- Feuilles d'analyses des produits, ou courbes d'enregistrement continu.
- Diagrammes de pressions, températures, débits etc....

Bibliographie.

On peut quelquefois trouver des publications, articles de revues ou anciens rapports sur des accidents analogues, ou sur des questions en relation avec de tels accidents.

C - Los témoignages.

En commençant l'enregistrement des témoignages par le haut de la hiérarchie, on peut acquérir plus facilement une vue d'ensemble de l'accident et préciser plus rapidement les questions qu'il est utile de poser aux exécutants. En revanche, on peut craindre que les cadres ne suggèrent, volontairement ou involontairement, des idées fausses sur l'accident, ou n'aient le temps d'orienter les réponses de leurs subordonnés.

En questionnant d'abord les exécutants qui ont été les témoins directs on peut dégager plus facilement les questions générales à poser aux cadres sur l'organisation du travail, les consignes et instructions, la raison d'être de certaines dispositions.

En règle générale et avec le souci de rapidité qui a été rappelé ci-dessus en A 2, on devra interroger d'abord les personnes qui ont été au contact des faits. Pour le reste, chacun devra se laisser guider à la fois par les circonstances et par son tempérament, on cherchant à réduire l'interaction des différents témoignages. Il faut en particulier ne demander à chacun que ce qu'il a pu connaître directement, et distinguer, en tous cas, bien nettement, tant dans la relation des témoignages que dans leur interprétation, ce qui résulte d'une connaissance directe de ce qui résulte d'autres témoignages.

S'il apparaît pas immédiatement que le témoignage est d'intérêt secondaire, auquel cas l'interrogatoire peut être remis à plus tard, on doit, après avoir noté l'heure exacte et le lieu de la déposition, demander au témoin :

- son identité et ses antécédents dans l'établissement,
- sa position hiérarchique (sauf évidemment pour le chef d'établissement) et ses fonctions en relation avec l'accident,
- les noms et fonctions de ses subordonnés qui ont joué un rôle dans l'accident,
- son rôle avant l'accident,
- ses observations au moment de l'accident,
- son rôle après l'accident et notamment :
 - les mesures de sûreté prises ou ordonnées (fermeture de vannes, arrêts ou purges d'installation, coupure de courant etc...),
 - les opérations de sauvetage et de dégagement qui ont pu dénaturer les lieux, et les observations faites à cette occasion,
 - les saisies de documents tels que registres de quart, diagrammes etc., qui devront être remis au service des mines.

.....

Après chaque déposition de témoin, il faut rédiger et faire signer la déposition. Il faut toujours réserver la possibilité d'une déposition complémentaire, notamment si les dernières dépositions recueillies font apparaître des contradictions avec les premières.

Les plans et croquis établis après l'accident par une autre personne que l'enquêteur sont en réalité des témoignages; il convient de faire préciser par qui, quand et dans quelles conditions ils ont été réalisés. Il en est de même des relations écrites. Il faut cependant faire une place spéciale à un éventuel rapport de police ou de gendarmerie qui fournit souvent des renseignements précieux lorsqu'ils ne sont pas d'ordre trop technique.

D - Indices concrets.

Ils font l'objet des constatations proprement dites et doivent donner l'idée la plus exacte et la plus complète possible de l'état des lieux et des installations après l'accident ou tout au moins au moment de l'enquête.

L'usage de la photographie, le report sur des plans ou croquis cotés sont souvent plus parlants qu'une longue description.

1 - Premières constatations.

On doit repérer :

- a - la position des lieux, bâtiments ou parties de bâtiments endommagés en notant la nature et l'ampleur des dommages,
- b - la position des appareils ou parties d'installations directement ou indirectement intéressés par l'accident, en essayant de noter éventuellement les éléments, organes ou accessoires manquants,
- c - en cas de projection, la position des points de chute et des traces d'impact des éléments d'appareils et des organes accessoires. (La distance parcourue et la masse des éléments projetés donnent une idée de l'énergie mise en jeu dans l'accident),
- d - la position des matières ou produits répandus ou projetés, des coups de flamme ou autres anomalies visibles des traces éventuellement laissées par les victimes,
- e - pour compléter les observations visées en c, il peut être nécessaire de faire exécuter des travaux de déblaiement afin de retrouver les éléments ou accessoires éventuellement enfouis.

Le rassemblement des pièces retrouvées permettra de vérifier les éléments ou organes manquants et d'arrêter ou de poursuivre les recherches. Tous ces éléments ou organes doivent être mis à l'abri s'ils ne peuvent faire l'objet de constatations de détail immédiates. De même les échantillons des matières ou produits répandus ou projetés doivent être prélevés et mis à l'abri en vue d'examens plus détaillés.

Un prélèvement n'entraîne pas obligatoirement l'analyse ultérieure, mais il est très facile d'abandonner un échantillon dans la suite de l'enquête, alors qu'un prélèvement différé perd toute signification, quand il ne devient pas impossible.

2 - Examen détaillé des accessoires.

Il y a lieu de noter avec au besoin croquis ou photographies à l'appui :

- a - la position (ouverte ou fermée) et l'état des organes de sectionnement, vannes, robinets de purge, clapets de retenue ou anti-reflux, intercepteurs hydrauliques des générateurs d'acétylène (avec vérification du niveau de l'eau).
- b - L'état et les indications qu'on peut lire sur les organes de contrôle : thermomètres, débitmètres, niveaux, robinets de jauge, fascules des rampes de remplissage de gaz liquéfiés ou dissous.
- c - L'état et la position de réglage des organes de régulation: détendeurs; dispositifs d'alimentation automatique des chaudières; registres, ventilateurs, organes de réglage d'alimentation des brûleurs; clapets, dispositifs de graissage et de régulation des compresseurs.
- d - L'état des organes de sécurité : soupapes, disques de rupture, appareils d'alarme ou bouchons fusibles.
- e - L'état d'autres accessoires tels que filtres et épurateurs de générateurs d'acétylène ou d'installations de compression, ramoneurs de chaudières, fixations et joints de canalisations.
- f - L'état d'appareils annexes (relais mécaniques ou électriques, contacteurs, lignes électriques, distributeurs d'eau ou de fluides divers etc..) d'appareils d'utilisation (chalumeaux etc...), d'appareils voisins ayant pu avoir une action sur l'accident (postes de soudage, foyers, moteurs électriques etc...).

.....

Pour certains de ces organes la lépose et même le démontage partiel ou total sont parfois nécessaires pour en vérifier le fonctionnement, le tarage, l'encrassement éventuel. Si de telles vérifications ne peuvent être effectuées immédiatement ni sur place, les organes qui devront en faire l'objet seront mis à l'abri.

On notera également la présence éventuelle de dépôts, traces de combustion ou autres anomalies et là encore des prélèvements peuvent être nécessaires.

3 - Contenu des appareils et divers éléments de l'installation.

Il faut prélever d'autres échantillons lorsque la nature des matières premières, des produits ou des résidus accumulés dans les appareils accidentés, les canalisations ou les autres appareils faisant partie de l'installation, peut être en relation avec l'accident.

On peut aussi être amené en vue d'éventuelles comparaisons à faire des prélèvements dans les stocks de matières premières de produits ou de résidus ou dans des appareils similaires. Ces prélèvements visent par exemple les gaz, condensats ou dépôts contenus dans des récipients chargés au même endroit, les huiles de graissage de compresseurs, le carbure de calcium des générateurs d'acétylène, les eaux d'alimentation et les combustibles utilisés dans les chaudières, les catalyseurs, matières filtrantes ou épurantes, etc...

4 - Examen des appareils accidentés des canalisations ou accessoires rompus.

Les indications ci-après ont un caractère indicatif et non limitatif.

- a - Pour les appareils qui en comprennent, il y a lieu de vérifier les joints, les boulons ou dispositifs de fermeture de couvercles amovibles, les tirants, les entretoises ainsi que leurs fixations et dispositifs d'arrêt lorsqu'ils sont impliqués dans un accident. Pour les boulons ou autres assemblages vissés, il faut vérifier l'état des filetages, les traces de serrage excessif et conserver soigneusement les pièces cassées (voir 5° ci-après, examen des cassures).
- b - Pour tous les appareils il y a lieu de vérifier leur conformité avec l'état descriptif et les plans. Les caractéristiques des matériaux si elles prêtent à suspicion pourront faire l'objet de contrôles et analyses ultérieurs dont il faut se réserver la possibilité.

- c - Pour les appareils, canalisations ou accessoires rompus, il y a lieu de noter en reportant toutes les mesures nécessaires sur un croquis :
 - la forme après l'accident (dimensions, épaisseurs, déformations),
 - la trace des lignes de rupture ou de fissuration.

Une reconstitution méthodique de l'appareil à partir de ses débris peut montrer l'amplitude de la déformation avant rupture et le mode de développement de cette rupture. Le contrôle des épaisseurs permet d'utiles comparaisons avec les appareils similaires et renseigne sur l'existence éventuelle d'aminoisements par corrosion ou érosion, ou par striction au moment de l'accident. Il faut donc :

- examiner extérieurement et intérieurement la surface des éléments, y rechercher les défauts de métal, les corrosions, érosions, les indices de surchauffe (bleuissement des tôles de chaudières ayant subi un coup de feu),
- examiner les assemblages intéressés par les lignes de rupture; des démontages d'assemblages rivés peuvent être nécessaires pour vérifier l'état des tôles cachées ou des rivets.

Le fait qu'une cassure emprunte ou suive de près une ^{mauvaise} ligne de soudure est généralement un signe de mauvaise qualité de celle-ci; elle doit alors être examinée avec attention même dans les parties non affectées par la rupture. Des prélèvements pourront être faits aux fins d'examen au laboratoire, par exemple pour vérifier la soudabilité des métaux mis en oeuvre, mais l'examen visuel donne déjà d'utiles informations : caniveaux, manque de pénétration, collages, dérivellations ou autres défauts d'accostage des tôles, soufflures ou porosités; cassure à grain montrant l'absence de recuit de normalisation et une fragilité excessive, etc..

5 - Examen des cassures ou fissurations.

Pour donner tous les renseignements qu'on peut en attendre, l'examen des cassures ou fissurations doit porter sur la totalité de leur développement ce qui implique la nécessité de rechercher la totalité des fragments détachés.

- a - Sans entrer dans le détail de la morphologie des cassures on peut indiquer qu'elles se classent dans trois types principaux qui peuvent d'ailleurs apparaître successivement dans le développement d'un réseau de cassures :

.....

- b - Les cassures ductiles présentent un faciès en biseau à aspect terne; un allongement du métal précède la striction ce qui se traduit par un gonflement des appareils qui devra ressortir d'autre part des mesures dimensionnelles. Elles indiquent en général une augmentation relativement lente des contraintes (suppression non explosive) ou une diminution de la résistance du métal sous l'effet de la chaleur.

La recherche du point de départ des cassures ductiles est parfois délicate : la forme du gonflement peut renseigner. Une anomalie dans la cassure peut être le point d'amorce mais il convient souvent de s'en remettre à l'examen des spécialistes.

- c - Les cassures semi-fragiles se développent au contraire très brutalement. Elles sont caractérisées par des "chevrons" dont la pointe est dirigée vers le point d'amorçage de la cassure et permet ainsi sa localisation précise et la reconstitution du processus de rupture. La forme des chevrons peut également renseigner sur certaines anomalies de la métallurgie du métal ou de la répartition des contraintes.
- d - Les cassures par fissuration progressive lits de fatigue permettent des interprétations très fines surtout lorsqu'elles se présentent dans des pièces massives. Dans les tôles elles peuvent constituer des zones d'amorçage si la variation périodique des contraintes vient à dépasser la limite de fatigue en un point particulier en raison soit d'un défaut géométrique, soit d'un défaut métallurgique local. Elles se développent progressivement en affectant la forme d'auroles semi-circulaires ou semi-elliptiques autour du point de départ, et dégèrent ensuite en ruptures semi-fragiles ou ductiles.
- e - Il arrive qu'une rupture se produise sur une fissure ancienne rechargée plus ou moins adroitement par soudure. En général on peut en voir les traces à l'extérieur de la paroi et un examen macro ou micrographique peut lever un doute éventuel.
- f - Des corrosions ou fissures anciennes se reconnaissent généralement à la présence de scouilles ou d'oxyde, ou encore à un certain "matage" des détails du relief.
- 6 - Examens et essais de laboratoires.

Indépendamment des analyses chimiques des matériaux constitutifs des appareils, des matières mises en oeuvre, produites ou stockées ou des dépôts, condensats et autres impuretés, les études au laboratoire peuvent porter :

.....

- sur les propriétés mécaniques des matériaux : résistance à la traction, limite élastique, allongement de rupture, striction, propriétés au pliage, résilience, dureté,
- sur leur structure : examens macro et micrographiques,
- sur la détection des fissures par différentes méthodes : magnétoscopie, ressuage, ultrasons,
- sur l'étude des cassures par des méthodes modernes telles que la fractographie.

La décision de faire effectuer tel ou tel examen est du ressort du chef de l'arrondissement minéralogique.-

LE DIRECTEUR DES MINES
signé : ALBY.