

Éclatement de hublots dans une brasserie

Les 17 et 18 janvier 2002

Champigneulles (54) – France

Eclatement / Rupture
Brasserie / agroalimentaire
Dioxyde de carbone
Fermentation
Surpression
Hublot
Clapet

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

La brasserie a été créée le 1^{er} janvier 1897.

Cet établissement est soumis à la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Les arrêtés réglementant le site datent du 18 avril 2000 (arrêté d'autorisation initial) et du 29 janvier 2001 (arrêté préfectoral complémentaire fixant les mesures de prévention et de lutte contre la légionellose).

La production annuelle autorisée est de 360 millions de litres de bière, 20 millions de litres de cidre et 15 millions de litres de boissons gazeuses. Au 1^{er} septembre 2003, le site emploie 350 personnes.



Photo DR

Nécessaires à la fabrication de la bière, l'établissement renferme 64 tanks métalliques servant à la fermentation et à la garde de la bière. Ces tanks sont situés dans un bâtiment datant de 1957 et constitué d'un sous-sol et de trois étages. Chacun de ces quatre niveaux, dénommés « caves », contient 16 tanks répartis en deux lignes égales. Les incidents se sont déroulés dans la cave située au deuxième étage.

Les éléments nécessaires à la fabrication de la bière sont l'eau, l'orge, le houblon et la levure.

L'eau joue un rôle essentiel dans la qualité de la bière par sa dureté et son pH et elle lui apporte ses propriétés minérales.

L'orge est la "source" d'amidon. L'amidon n'étant pas assimilable par les levures dans son état "naturel", il doit d'abord être transformé. Le principe du maltage consiste à reproduire le développement naturel du grain d'orge afin qu'il produise certains enzymes nécessaires à la transformation de l'amidon en sucres (saccharification). Cette opération se déroule en quatre étapes :

- ✓ Le trempage, qui consiste à mettre l'orge à tremper pendant une dizaine d'heures.
- ✓ La germination, qui est la période durant laquelle l'orge va commencer à germer, et donc, produire des enzymes telles que l'amylase. Cette étape donne naissance à ce que l'on appelle le « malt vert ».
- ✓ Le touraillage, qui consiste à sécher le malt vert (son humidité passe de 45% à 4%) dans un four. Lors de cette étape, le malteur effectue un « coup de feu » où le malt vert est chauffé jusqu'à atteindre une température comprise entre 85°C et 105°C durant 1 à 4 heures. Cette étape est cruciale car c'est la durée du « coup de feu » qui va déterminer la couleur de la robe de la bière. De même, le taux d'humidité va jouer sur l'arôme de caramel.
- ✓ Le dégermage, qui consiste à débarrasser le malt de ses radicules.

Le houblon apporte son goût et son amertume à la bière. Les tanins contenus dans la fleur (non fécondée) du houblon permettent de clarifier le moût et de conserver la bière.

La levure permet la fermentation et donc la transformation du sucre contenu dans le malt en alcool et en gaz carbonique (CO₂). C'est cette partie du process qui est impliquée dans les deux accidents. La levure participe également au goût final de la bière.



Photo DR

Les tanks de fermentation utilisés sur le site sont en acier revêtu. Ils ont un diamètre de 3 mètres et une longueur de 17 mètres, soit un volume de 120 m³, utilisés de la façon suivante :

- ✓ 80 m³ de bière en fermentation ;
- ✓ 40 m³ d'espace libre nécessaire à la fermentation.

Ils sont en position horizontale et sont équipés en partie haute d'un hublot en plexiglas permettant un contrôle visuel de la bière en fermentation.

Les tanks sont pourvus d'une sortie et d'un raccord permettant de brancher un flexible souple sur une canalisation dirigeant le gaz carbonique soit vers le rejet à l'atmosphère (canalisation 1), soit vers le circuit de récupération du gaz (canalisation 2). Ces deux canalisations sont équipées chacune d'un clapet anti-retour, qui sont nettoyés après chaque utilisation d'un tank, et d'une vanne manuelle. Le branchement entre la sortie du tank et une des deux canalisations de rejet s'effectue manuellement selon l'état de la phase de fermentation de la bière.



Photo DR

Lors des phases de fermentation, les tanks sont soumis à des pressions relatives de 500 à 700 millibars. Le gaz carbonique est évacué par simple surpression. Les installations ne sont donc pas soumises aux réglementations sur les appareils à pression, notamment le décret n°99-1046 du 13 décembre 1999 relatif aux équipements sous pression, l'arrêté du 15 mars 2000 relatif à leur exploitation et l'arrêté ministériel du 5 janvier 1962 réglementant les canalisations d'usine.

LES ACCIDENTS, LEUR DÉROULEMENT, LEURS EFFETS ET LEURS CONSÉQUENCES

L'accident du 17 janvier 2002

Les tanks concernés sont des tanks de bière en phase de fermentation situés au deuxième étage. Cette phase de la fermentation se décompose en deux étapes :

- ✓ **Démarrage de la fermentation** : le mélange air-CO₂ est rejeté à l'atmosphère ;
- ✓ **Fermentation** : le gaz carbonique est récupéré vers une station de récupération du gaz pour d'autres utilisations dans les installations (durée 8 jours environ).

Le tank 224 a été rempli le 16 janvier à 13h15 et est alors en phase de fermentation avec l'évent positionné vers le rejet de CO₂ à l'atmosphère.

Soudainement, à 10h10 le 17 janvier 2002, le hublot (disque de 26 cm de diamètre en plexiglas, vissé sur un support métallique à 2,80 m de hauteur, et servant de regard du niveau du réservoir) du tank 224 éclate, engendrant une libération subite de gaz carbonique (environ 40 m³ correspondant au ciel gazeux du tank) et d'une petite quantité de bière (environ 250 litres). Des fragments de plexiglas sont aussi projetés et détruisent un luminaire.

La bière répandue est captée par la station de traitement des eaux de l'usine.

Le gaz carbonique se répand dans l'atelier. Le personnel présent évacue les caves. Un membre du personnel habilité endosse un ARI (appareil de respiration individuel) et inspecte les caves afin de vérifier que tout le monde est sorti. Les services de secours et d'incendie sont prévenus par le poste de garde.

Le Service Départemental d'Incendie et de Secours arrive sur les lieux 20 minutes après l'éclatement et vérifie l'absence de personnel dans les caves puis assure la ventilation forcée de l'atelier de façon à évacuer le CO₂ vers l'atmosphère.

Le personnel présent dans l'atelier lors de l'incident est examiné par un médecin du travail, qui était justement présent sur le site. Aucune atteinte aux personnes n'est constatée.

L'accident du 18 janvier 2002

Le 18 janvier 2002, à 4 heures du matin, alors que l'ensemble du personnel est en salle de pause pour la transmission des consignes entre deux postes, le hublot du tank 226, situé en face du tank 224, éclate.

Comme la veille, cet éclatement entraîne la libération subite de gaz carbonique (environ 40 m³ correspondant au ciel gazeux du tank) et d'une petite quantité de bière (250 litres). Là encore, la bière répandue est captée par la station de traitement des eaux de l'usine.

Le gaz carbonique se répand dans le local, vidé de son personnel à ce moment de la nuit. Les services de secours et d'incendie sont prévenus. En l'absence d'ARI (appareil de respiration individuel), personne ne se rend dans l'atelier.

Le Service Départemental d'Incendie et de Secours arrive sur les lieux 15 minutes après l'éclatement et assure la ventilation forcée de l'atelier de façon à évacuer le CO₂ vers l'atmosphère.

Conséquences globales

La non-production due aux périodes d'arrêt intervenues suite à ces incidents peut être évaluée à 800 000 litres de bière.

Les actions correctives mises en place ont eu un coût total approximatif de 800 000 Euros, dont 350 000 Euros pour l'équipement des tanks.

Echelle européenne des accidents industriels

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO', l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants, compte-tenu des informations disponibles.

Matières dangereuses relâchées		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences humaines et sociales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences environnementales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences économiques		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les paramètres composant ces indices et le mode de cotation correspondant sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.aria.ecologie.gouv.fr>.

Le niveau 1 pour les conséquences économiques est dû aux pertes de production causées par les deux accidents (paramètre €16). Les coûts liés aux actions correctives ne sont pas pris en compte pour le calcul du niveau des conséquences économiques.

Par ailleurs, ces accidents n'ont causé aucun blessé à l'intérieur ou en dehors du site et n'ont pas provoqué d'impact significatif sur l'environnement. En outre, il n'y a pas eu de matière relâchée considérée comme dangereuse au titre de la Directive SEVESO.

L'ORIGINE, LES CAUSES ET LES CIRCONSTANCES DES ACCIDENTS

Origine et causes du premier accident

Les premiers constats permettent d'identifier les causes possibles de l'éclatement du hublot du tank 224.

Sur la canalisation de rejet à l'atmosphère on a relevé que :

- ✓ Le flexible souple était bien branché sur la sortie rejet à l'atmosphère du CO₂ ;
- ✓ La vanne " rejet à l'atmosphère " était bien ouverte ;
- ✓ Le clapet anti-retour "rejet à l'atmosphère" **était monté à l'envers.**

Ainsi ce clapet anti-retour, bloquant tout rejet de CO₂ vers l'atmosphère, a contribué à la création d'une surpression dans le tank, provoquant l'éclatement du hublot. Celui-ci a joué le rôle de disque de rupture.

Les tanks ne disposent pas de soupape ou de disque de rupture en cas de surpression. En outre, ils ne sont pas équipés de dispositif de mesure automatisée de pression.

De plus, le clapet anti-retour est un raccord vissé qui est démonté entièrement lors de la maintenance pour être nettoyé. Ce clapet est d'apparence symétrique et ne possède aucune marque permettant de vérifier le sens de montage ou empêchant un montage à l'envers.

Enfin, une fuite au niveau d'un des boulons du hublot avait été constatée et réparée (changement vis) par l'équipe de poste entre 4 heures et 8 heures du matin le 17 janvier 2003. Cet événement n'a pas alerté le personnel.

Origine et causes du deuxième accident

Contrairement au 1^{er} incident, le clapet anti-retour était correctement monté sur la canalisation de rejet CO₂ à l'atmosphère du tank 226.

L'éclatement du hublot pourrait donc avoir les causes suivantes :

- ✓ La fragilisation et la perte des caractéristiques mécaniques du hublot qui se trouve quasiment en face du hublot du tank 224 ayant éclaté la veille ;
- ✓ Le vieillissement du matériau du hublot (plexiglas). Les hublots sont fournis par une entreprise qui usine le plexiglas aux dimensions demandées. Il n'existe aucune garantie sur la longévité de leurs caractéristiques mécaniques ;
- ✓ Une surpression dans le tank due à une obturation de la canalisation de rejet à l'atmosphère (impuretés, glaçon dû au gel, ...). Cette hypothèse est la plus probable aux yeux de l'exploitant.

LES SUITES DONNÉES

L'exploitant a répondu à l'ensemble des demandes de l'administration. Les nouveaux entonnements n'ont repris que partiellement à partir du mercredi 23 janvier 2002. Un suivi des pressions internes de chaque tank en fermentation a été réalisé à raison d'un contrôle par poste (c'est-à-dire toutes les 8 heures) jusqu'au 29 août 2002 midi, date à laquelle l'ensemble des mesures définies à moyen terme étaient en place (capteurs, disques de rupture et issues d'évacuation). Aucun autre incident de ce type n'est survenu depuis le 18 janvier 2002.

Mesures prises suite au premier accident

Au vu des conclusions de l'enquête, les mesures suivantes ont été prises :

Mesures à court terme :

- ✓ Contrôle de l'ensemble des clapets anti-retour ;
- ✓ Information donnée à l'ensemble des opérateurs sur l'incident et ses probables causes. Leur attention est attirée sur le montage des clapets anti-retour.

Mesures à moyen terme :

- ✓ Mise en place de "détrompeurs" sur les clapets : peinture indélébile sur les clapets et sur la tuyauterie dans un premier temps, puis mise en place de système équipés d'un côté "mâle" et d'un côté "femelle".

Mesures prises suite au deuxième accident

Suite à ces deux accidents, des mesures plus contraignantes et sécuritaires sont prises de manière immédiate par l'exploitant :

- ✓ L'ensemble des tanks en fermentation dans l'atelier incriminé est branché sur le by-pass vers l'atmosphère de la canalisation de récupération du gaz carbonique ;
- ✓ Une vérification manuelle de la pression interne de tous les tanks est réalisée ainsi qu'un contrôle de l'ensemble des clapets, vannes et hublots ;
- ✓ La cave est consignée ;
- ✓ Le remplissage de nouvelles cuves (entonnement) est suspendu dès 6h15.

Les investigations menées immédiatement après l'accident amènent les constatations et les décisions suivantes :

- ✓ Aucun tank n'est en surpression ;
- ✓ Toutes les vannes et tous les clapets sont en position correcte ;
- ✓ Le by-pass vers l'atmosphère de la canalisation de récupération du gaz carbonique fonctionne correctement, tous les tanks sont donc basculés vers la canalisation de recirculation by-passée ;
- ✓ 2 hublots sont bombés.

Ne pouvant définir avec exactitude l'origine du 2^{ème} incident, l'exploitant décide donc de :

- ✓ Ne pas réaliser de nouvel entonnement ;
- ✓ Réaliser régulièrement durant tout le week-end et sur l'ensemble des tanks en fermentation (20 sur 32) des contrôles manuels de pression interne ;
- ✓ Purger régulièrement le réseau de récupération de gaz carbonique pour évacuer la mousse qui pourrait s'y trouver ;
- ✓ Décompresser le tank et détruire la mousse résultant de la décompression contenue dans ce dernier en cas d'apparition d'un risque quelconque.

L'exploitant conditionne le redémarrage des installations à la mise en œuvre des mesures suivantes :

- ✓ A court terme :
 - Changement systématique de tous les hublots ;
 - Contrôle des 2 réseaux de canalisation (rejet du gaz à l'atmosphère et recirculation) ;
 - Mise en place d'un manomètre sur chaque tank et consigne de contrôle régulier ;
 - Mise en place d'une procédure "permis de pénétrer" dans les caves.

- ✓ A moyen terme :
 - Mise en place d'un disque d'éclatement sur chaque tank avec récupération du gaz et renvoi à l'extérieur ;
 - Remplacement des hublots par de la tôle car il s'est avéré que le contrôle visuel n'est pas indispensable ;
 - Fourniture au personnel de détecteurs CO₂ portatifs et de masques de fuite ;
 - Obligation pour le personnel de se déplacer et de travailler en binômes dans les caves ainsi que de renseigner un cahier entrée/sortie ;
 - Ventilation des couloirs, mise en place d'une détection de CO₂ et d'une alarme ;
 - Éclairage de secours ;
 - Augmentation du parc d'appareils de respiration individuels dans l'usine.

L'inspection se rend sur place le jour de l'accident et demande à l'exploitant de transmettre :

- ✓ Un compte-rendu des incidents et des mesures compensatoires prises (consignation de l'atelier, évacuation du CO₂ vers l'atmosphère par le by-pass de la canalisation de récupération, etc) ;
- ✓ L'analyse des défaillances et des causes comprenant également la description des organes de sécurité installés.
- ✓ Les mesures correctives mises en œuvre pour éviter le renouvellement d'un tel incident.

Depuis ces incidents, l'exploitant a mis en place les moyens supplémentaires suivants :

- ✓ Capteurs de pression sur les tanks avec report des valeurs en salle de contrôle et génération d'une alarme seuil en cas de problème ;
- ✓ Equipement de réglage de pression pour la moitié des tanks. Cet équipement comporte une lanterne de barbotage (permettant d'éviter l'encrassement éventuel des tuyauteries et organes aval) et une soupape à contre-poids permettant d'ajuster la pression souhaitée dans le tank. Cet ensemble est nettoyable "en place" et ne nécessitera plus de démontage et remontage pouvant être source d'erreurs.
- ✓ Clapet à ressort assurant le maintien d'une contre pression fixe pour l'autre moitié des tanks.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Sur la base de cet événement, les éléments de retour d'expérience peuvent être les suivants :

- ✓ Vérification des caractéristiques mécaniques des hublots et, si nécessaire, remplacement des équipements fragilisés par des matériaux plus solides ;
- ✓ Mise en place d'un manomètre sur chaque tank et consigne de contrôle régulier ;
- ✓ Mise en place d'une détection de CO₂ dans l'atelier, avec alarme ;
- ✓ Mise en place de disque de rupture ou d'évents de sécurité pour les réservoirs susceptibles de monter en pression ou de contenir un ciel gazeux ;
- ✓ Mise en place d'équipements et d'accessoires dont la maintenance et l'usage limitent l'intervention humaine et donc le risque d'erreur ;
- ✓ Analyser les causes probables d'une montée en pression dans les tanks (arbre des causes, etc.) et détecter puis mettre en place les barrières de prévention et de protection pour limiter le risque d'éclatement d'un hublot ;
- ✓ Formation du personnel par rapport aux risques et aux causes d'un tel phénomène ;
- ✓ Mise en place de procédures de contrôle poussé et de rapport en cas d'anomalie, telle qu'une fuite au niveau d'un boulon d'un tank ;
- ✓ Détenir et entretenir un nombre suffisant d'équipements de protection individuelle (ARI, détecteurs portatifs de CO₂, etc.) suffisant pour le personnel en poste.