

# Boil over d'un bac de pétrole brut

## Le 30 août 1983

### Milford Haven [Pays de Galles]

### Royaume - Uni

Explosion / Boil over  
Incendie  
Raffinerie  
Stockage fixe  
Toit flottant  
Torchère  
Hydrocarbures  
(pétrole brut)  
Difficultés  
d'intervention  
Fatigue / Fissures

## LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

### Le site :

Le site concerné est le parc de stockage d'une des trois raffineries proches du port de Milford Haven. Celle-ci a été implantée en 1973 et dispose, en 1983, d'une capacité de production de 5 millions de tonnes par an et de 67 réservoirs de stockage.

Le réservoir en cause, le bac O11 à toit flottant est le plus grand du site avec une capacité de 94 110 m<sup>3</sup>, un diamètre de 78 m et une hauteur de 20 m. Il est implanté seul dans une cuvette de rétention de 16 222 m<sup>2</sup>. Le toit flottant est de type ponton annulaire à paroi simple<sup>1</sup>, muni de 24 pontons radiaux. Deux réservoirs à toit fixe d'une capacité de 13 000 m<sup>3</sup> chacun, contenant du distillat, sont dans la cuvette de rétention adjacente à celle de O11. Une torche de 83 m de haut est située à 99 m du merlon le plus proche de la cuvette de rétention du bac O11.

### Les circonstances :

Du fait des vents violents qui soufflent sur cette partie côtière du Pays de Galles, des fissures se forment à la surface du toit flottant. Elles font l'objet de réparations régulières. Lors d'une inspection du toit réalisée quelques jours avant l'accident, des fissures, atteignant 28 cm de long, et des suintements de pétrole brut avaient été constatées sur la surface de la membrane du ponton.

Le jour de l'accident, le réservoir est à moitié plein et contient 47 000 t de pétrole brut léger de la mer du Nord, d'un point éclair de 38 °C (311 K). Aucun transfert de pétrole n'a été réalisé depuis 24 h.

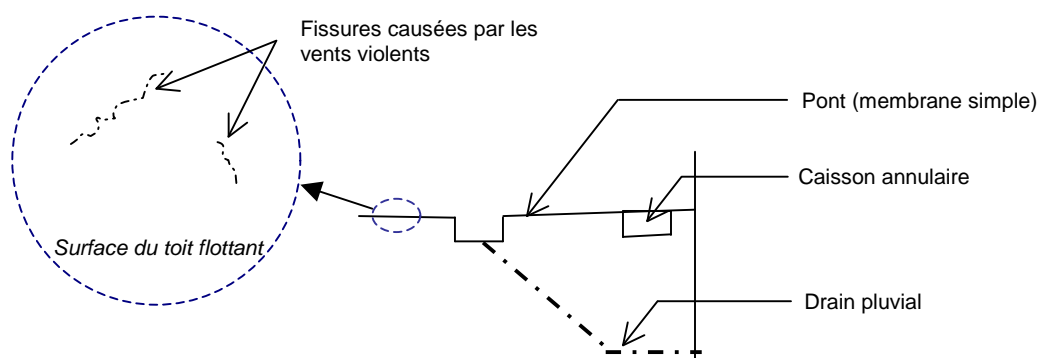


Schéma d'un bac à ponton annulaire à paroi simple

<sup>1</sup> Le toit flottant simple ponton est constitué par une membrane circulaire centrale, appelée pont, qui repose directement sur le liquide stocké et qui est bordée sur sa périphérie par un caisson annulaire divisé en compartiments étanches au liquide. Le but de ces compartiments est d'assurer la flottabilité de la structure, en service normal, en cas d'accumulation d'eau ou de pluie sur le pont ou lors d'une éventuelle crevaisson du pont.

## L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

### L'accident :



Le 30 août 1983, à 10h45 un compresseur du craqueur catalytique de la raffinerie tombe en panne. A 10h50, des flammes sont aperçues sur le toit du bac O11. A 10h55, en l'absence de dispositif fixe de protection du réservoir, le service d'incendie de la raffinerie envoie de la solution moussante sur le toit du bac au moyen d'un canon monté sur plate-forme élévatrice et utilise jusqu'à 26 canons à eau pour refroidir la robe du réservoir et protéger par un rideau d'eau les deux réservoirs de distillat voisins. Cependant, à 11h05, les fissures du toit flottant s'ouvrent et le sinistre s'étend : des flammes de 12 m de haut recouvrent la moitié de la surface du bac puis la totalité à midi. L'échelle d'accès au toit est exposée au rayonnement du foyer et devient inaccessible pour les secours, les empêchant de tirer des lignes incendie jusqu'au toit. Selon un accord d'aide réciproque passé entre les raffineries, les stocks d'émulseur sont entreposés à Haven et peuvent être envoyés là où ils sont nécessaires.

A 12 h, la vidange du bac O11 débute à un débit de 1 700 t/h alors que le pétrole brûle au rythme de 300 t/h. Il semble alors illusoire de pouvoir le vidanger complètement d'autant que la robe se boursoufle déjà. La vidange des deux bacs voisins est plus simple. L'eau accumulée sur le toit du bac O11 provenant de l'intervention des pompiers, de la pluie et du pétrole brut constitue une charge estimée à 700 t. Le toit s'enfoncé un peu plus provoquant un apport supplémentaire d'hydrocarbures à sa surface. La raffinerie ne possédant que 63 m<sup>3</sup> d'émulseur, les services de secours internes ne sont plus à même de maîtriser le feu et les pompiers municipaux prennent alors la direction des opérations.

Le faible vent limite le risque de propagation du sinistre et le panache de fumée s'élève verticalement en dehors du champs d'action des secours. Par ailleurs, des agents de sécurité veillent à ce que seul l'effectif minimum des secours soit présent dans la zone à risque.

Malgré les apports en provenance des secours publics d'Haven et d'autres établissements industriels dans le cadre de l'accord d'entraide interentreprises, le problème majeur reste le manque d'émulseur. D'après les estimations des pompiers, il manquerait encore environ 40 m<sup>3</sup> aux 160 m<sup>3</sup> déjà réunis.

A 23h30, une petite projection de mousse divise les flammes en deux entraînant un slop over<sup>2</sup>.

A minuit, le bac déborde et un premier boil over dit « classique »<sup>3</sup> survient, développant une boule de feu de 90 m de rayon et une colonne de flammes atteignant 150 m de haut. Une grande quantité de pétrole brut en feu se déverse propageant le sinistre dans la cuvette de rétention, détruisant la plupart des équipements de lutte contre l'incendie et obligeant les équipes de secours à interrompre leur intervention. Dans leur repli, 6 pompiers sont légèrement blessés.

Le 31/08 à 2h10, un second boil over, moins violent, se produit et la liaison robe-fond du bac se déchire en quatre points, libérant encore du pétrole dans la cuvette qui est alors entièrement en feu. Les merlons de plus de 5 m de haut ont cependant retenu la totalité du produit. Le calorifuge des réservoirs de distillat dans la cuvette adjacente s'enflamme et l'un des deux bacs s'ouvre propageant le sinistre à la deuxième cuvette de rétention. Les secours maîtrisent cet incendie en 30 minutes.



Pendant la nuit, des moyens d'intervention supplémentaires et 305 m<sup>3</sup> d'émulseur sont acheminés vers la raffinerie en provenance de toute la Grande-Bretagne. A l'aube, les secours découvrent que le pétrole en feu s'est répandu par-dessus le mur de rétention. A 8 h, le matériel nécessaire étant disponible et la réserve d'émulseur étant réapprovisionnée, les secours reprennent l'attaque à la mousse avec pour priorité le refroidissement des réservoirs voisins pour éviter une propagation du sinistre. A 9h15, ils maîtrisent le feu dans la cuvette et l'éteignent à 14 h avec de la mousse. Un canon à mousse est utilisé pour "casser" l'intensité du feu et permettre l'approche. A 14h30, les secours commencent à attaquer le feu de bac, il reste alors trois poches de feu derrière la robe tordue du réservoir.

A 2 h le 01/09, les réserves d'émulseur sont épuisées et le vent se lève : le feu reprend sur toute la surface du bac. Ce n'est qu'à 8 h, après réception de stocks suffisants, que les secours reprennent l'attaque à l'aide de 3 canons à mousse. Le feu est maîtrisé à 10 h et déclaré éteint vers 15 h.

150 pompiers sont intervenus avec 50 véhicules dont 44 pompes et 6 plate-formes élévatrices, 70 camions-citernes d'émulseur. Il aura fallu plus de 2 jours et 765 m<sup>3</sup> d'émulseur utilisés à un taux de dilution de 3% et 6% pour venir à bout

<sup>2</sup> Lorsque de l'eau ou de la mousse est projetée sur la nappe enflammée d'un feu d'hydrocarbures lourds, il peut y avoir, dans les couches supérieures du liquide, formation d'une émulsion accompagnée d'une production de vapeurs qui entraîne le débordement sans projection violente.

<sup>3</sup> Lors du « boil over classique », le feu de bac provoque la formation d'une onde de chaleur qui descend plus rapidement que le front de flamme. Aussi, lorsque l'onde de chaleur rencontre le fond d'eau, le produit est projeté entraînant un moussage (le bac déborde) et une boule de feu. Dans le cas du « boil over en couche mince », le produit se consomme en gardant une composition homogène et aucune onde de chaleur ne se forme. C'est le front de flamme lui-même qui vaporise le fond d'eau lorsqu'il arrive à proximité immédiate.

des flammes. Le renfort des pompiers des comtés voisins a permis de relever régulièrement les équipes épuisées par la chaleur et la durée de l'intervention.

### Les conséquences :

6 pompiers sont légèrement blessés lors du premier boil over, l'un d'eux est hospitalisé.

Le bac O11 est détruit, les réservoirs voisins sont lourdement endommagés et 17 800 t de pétrole brut se sont consumées. Le coût de cet accident s'élève à environ 10 M £ (valeur de 1983, soit environ 26 M € valeur 2007). Il n'y a pas eu de perte de production.

Un plan d'évacuation a été organisé mais n'a pas été déclenché, peu de riverains vivant à proximité ou étant exposés.

L'épaisse colonne de fumée noire s'élevant à plusieurs centaines de mètres au-dessus de la raffinerie est à l'origine d'une "pluie" de suie sur les villages aux alentours.

Il est à noter que la réglementation en vigueur autorisait l'implantation de 3 réservoirs identiques à O 11 dans la même cuvette, possibilité qui n'avait pas été mise en œuvre sur ce dépôt.

### Échelle 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' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

Les paramètres de ces indices et leur mode de cotation sont disponibles à l'adresse : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>.

Le paramètre "Matières Dangereuses Relâchées" Q1 est coté à 4 du fait du relâchement de 17 800 t de pétrole brut léger de la mer du Nord, classé liquide inflammable au titre de la directive Seveso (point éclair de 38 °C).

La valeur 2 attribuée aux conséquences humaines et sociales correspond aux 6 pompiers légèrement blessés lors du premier boil over (paramètre H5).

L'indice économique est coté à 4 pour caractériser les coûts liés aux dommages matériels internes s'élevant à 26 M€ (paramètre € 15).

Aucune indication n'est disponible sur d'éventuelles conséquences environnementales.

## L'ORIGINE, LES CAUSES ET LES CIRCONSTANCES DE L'ACCIDENT

### L'origine de l'accident :

Deux facteurs se sont conjugués pour aboutir à cet accident :

- ✓ La présence de **vapeurs inflammables** sur la surface du toit flottant, formées par de petites quantités de pétrole brut qui se sont infiltrées par les fissures de fatigue causés par les vents violents.
- ✓ La projection d'une **escarille** sur le toit du bac O11 provenant de la torche de 83 m de haut. Suite à une panne d'un compresseur du craqueur catalytique, une grande quantité de gaz a été détournée sur le réseau de la torchère et brûlée. Celle-ci est utilisée irrégulièrement pour brûler divers produits et des particules de carbone s'y déposent.

### Les difficultés d'intervention :

L'intervention des secours a été rendue difficile pour de multiples raisons :

- ✓ Absence de système fixe de protection contre l'incendie sur le bac (couronne d'arrosage, boîte à mousse ...) qui a permis au feu de se développer.
- ✓ Stockage d'émulseur prévu pour faire face à un feu de joint du toit flottant seulement, scénario majeur retenu à l'époque pour ce type de bac, rendant moins efficace l'intervention des secours pendant les 12 h précédant le premier boil over.
- ✓ Grandes dimensions du bac O11 : surface de 4 778 m<sup>2</sup>, hauteur de 20 m difficile à atteindre à l'aide des lances à mousse.
- ✓ La chaleur intense à l'origine de :

- La destruction du matériel d'intervention à plusieurs reprises ;
  - La désagrégation de la mousse dans le bac O11 lors de l'attaque de la 2<sup>ème</sup> nuit ;
  - Conditions d'intervention difficiles pour les secours qui ne pouvaient rester en 1<sup>ère</sup> ligne que pendant quelques minutes.
- ✓ Présence de poches de feu difficiles à atteindre derrière les plis de métal du bac, obligeant les pompiers à fixer une lance monitor et un canon à mousse sur une grue de la raffinerie pour y projeter la mousse.
- ✓ Problèmes de raccord entre les pompes et les citernes à émulseurs envoyées sur le site, imposant aux pompiers d'en fabriquer sur place.

Ces difficultés d'intervention ont contraint à un report de l'attaque du feu de bac favorisant la création d'une onde de chaleur dans le réservoir qui a atteint, en distillant le pétrole, la couche d'eau décantée au fond du bac et provoqué les boil over.

Il convient de noter également que la vidange des réservoirs en début de sinistre était une opération risquée, un faible contenu s'échauffant plus vite et pouvant provoquer l'explosion par surpression des bacs à toit fixe de distillat (cf. Accident du Port Edouard Herriot à Lyon - ARIA 4998) et accélérer le boil over du bac O11.

## LES SUITES DONNÉES

---

A la suite de cet accident, l'exploitant met en place des dispositifs d'extinction d'incendie fixes sur les bacs (boîtes à mousse, couronnes de refroidissement, ...).

## LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

---

Ce gigantesque incendie, conséquence de problèmes récurrents de dégradation de l'étanchéité du toit flottant et d'une panne d'un compresseur dans la partie raffinerie du site, met en exergue plusieurs problématiques organisationnelles et techniques :

- ✓ Sur la conception du site :
  - Disposer de moyens de protection incendie fixes sur les bacs pour faciliter l'intervention des secours. Une boîte à mousse aurait probablement permis d'éteindre le feu de joint, et la couronne d'arrosage aurait évité que la partie vide du bac se déforme et se replie sur elle-même. Les moyens de protection, fixes et mobiles, doivent être adaptés à la configuration du site.
  - Disposer d'un stock d'émulseur adapté aux scénarios majorants et de dispositifs d'extinction appropriés aux surfaces et aux quantités de produit susceptibles d'être en feu.
  - Analyser les risques de manière exhaustive, en prenant en compte en particulier les effets dominos, et en n'écartant pas certains phénomènes tels que le feu d'un bac à toit flottant.
  - Evaluer les avantages et les inconvénients inhérents aux très grandes capacités de stockage et aux superficies des cuvettes de rétention correspondantes.
  - Adapter la distance entre la torchère et les autres installations, notamment par rapport aux conditions météorologiques du site.
- ✓ Sur la gestion du site :
  - Lorsqu'une anomalie est connue ou repérée, prendre en compte le risque associé à cette situation dégradée et prévoir les moyens pour y faire face ou en sortir en donnant la priorité aux réparations et sans attendre les opérations de maintenance programmées.
  - Adapter la fréquence de nettoyage de la torchère à celle de son utilisation pour éviter la projection de particules incandescentes sur les autres installations de la raffinerie.
  - Partager le retour d'expérience : aspects positifs et négatifs, difficultés d'intervention, ...
- ✓ Sur l'intervention :
  - Réaliser des exercices incendie sur ce type de scénarios extrêmes et définir clairement les responsabilités de l'exploitant et des pouvoirs publics pendant l'intervention.
  - Evaluer les avantages et inconvénients d'une intervention rapide avec moins de moyens ou d'attendre d'avoir plus de moyens pour une attaque du feu massive.

Le retour d'expérience montre généralement que des feux d'hydrocarbures de grandes surfaces et concernant plusieurs milliers de mètres cubes de produit présentent des difficultés particulières et nécessitent des moyens d'extinction et de

refroidissement considérables. A défaut, les feux peuvent se prolonger sur de longues durées et se propager aux installations voisines (ARIA 2914, 3610, 4998, 6052, 6076, 31312 ...).

*Autres accidents avec phénomène de type « boil over » recensés dans la base de données ARIA et dont les quantités de pétrole en jeu étaient pourtant nettement moindre :*

- ✓ ARIA 6051, Japon, Yokkaichi, 1955, l'explosion d'un bac de 8000 m<sup>3</sup> rempli à 90% de FO fait plusieurs victimes parmi les pompiers ;
- ✓ ARIA 6052, Venezuela, Tocoa, 1982, l'explosion d'un bac de 40000 m<sup>3</sup> de fioul lourd rempli à 40 % tue 160 personnes et fait 500 blessés ;
- ✓ ARIA 6076, Grèce, Thessalonique, 1986, 8 pompiers sont blessés.

#### Bibliographie :

- « Incendie du bac 11 à la raffinerie Amoco », vidéo de la BBC (38 min)
- « Boil Over – Propension de certains hydrocarbures à développer ce phénomène. Quantification déterministe des effets et conséquences » P. Michaëlis (TOTAL), G. Mavrothalassitis (INERIS), A. Hodin (EDF), 27 avril 1995
- "Tank fires – Review of fire incidents 1951-2003 – Brandforsk Project 513-021", SP Swedish National Testing and Research Institute, Henry Persson, Anders Lönnemark, 2004
- "Amoco Refinery at Milford Haven, 1983", individual study project, <http://www.chemeng.ed.ac.uk>
- "A review of high-cost chemical / petrochemical accidents since Flixborough 1974", P Fewtrell, WS Atkins Consultants Ltd, Warrington, Cheshire, L Hirst, Health and Safety Executive, Chemical and Hazardous Installations Division, Bootle, Merseyside, IchemE Loss Prevention Bulletin April 1998 n° 140