

Calculer les conséquences (zone d'impact) d'une explosion d'une chaudière de type Siemens (surpression de 20 kPa) et déterminer les risques de propagation des explosions d'un équipement à l'autre

1 Zone d'impact de l'explosion d'une chaudière de récupération

Les plus grosses chaudières de récupération considérées dans ce projet sont celles de Siemens et Mitsubishi. Étant donné que ces deux fabricants utilisent la même turbine à gaz (501G), les débits de gaz d'échappement qui cheminent à l'intérieur des chaudières sont pratiquement les mêmes. Ces deux fabricants utilisent également le même cycle vapeur. Les chaudières sont donc presque identiques et ont pratiquement le même volume intérieur (volume libre), soit 6300 m³ environ, en excluant le volume occupé par les tubes.

Le scénario d'accident envisagé dans l'étude d'impact et repris ici considère qu'une explosion est causée par une accumulation accidentelle de gaz naturel dans la chaudière suivie d'une inflammation. Les zones d'impact correspondant à diverses surpressions de 20 à 2 kPa pour une explosion confinée de gaz naturel dans une chaudière de récupération de 6300 m³ sont indiquées dans le tableau 1 ci-dessous ainsi que sur la figure ci-jointe. La zone à l'intérieur de laquelle la surpression sera égale ou supérieure à 20 kPa a un rayon de 138 m. Elle englobe donc les parois du bâtiment et la deuxième unité (turbine et chaudière de récupération). Les conséquences d'une telle explosion pour la centrale et le risque de propagation sont discutés dans la section 2 ci-après.

Pour les surpressions de 13 à 2 kPa, pour lesquelles les conséquences d'une explosion d'une chaudière de récupération avaient été évaluées dans le cadre de l'étude d'impact à partir d'une estimation préliminaire du volume de la chaudière (voir chapitre 7 du rapport principal, tableau 7.15), les rayons sont environ 7% plus élevés que ceux qui avaient été estimés antérieurement.

Tableau 1 : Zones d'impact maximales pour une chaudière de récupération de 6300 m³

Surpression (kPa)	Distance maximale (m)
20	138
13	182
6,9	294
2,0	740

Les distances qui figurent au tableau 1 sont surestimées car, tel qu'expliqué dans le document complémentaire à l'analyse de risques (document DA17, section 3), les aspects suivants n'ont pas été considérés :

- le souffle d'une explosion serait évacué en totalité ou en partie par la cheminée, laquelle a un diamètre d'environ 6.7 mètres et est reliée à la chaudière de récupération sans aucun dispositif de fermeture (clapet, vanne ou autres) temporaire ou permanent; il n'y a donc pas en pratique un confinement complet du mélange gazeux ;
- l'efficacité d'une explosion dans une chaudière de récupération survenant alors que la turbine à combustion serait en exploitation normale (cas d'une fuite de gaz au brûleurs d'appoint de la chaudière) serait réduite car la concentration en oxygène dans les gaz de combustion de la turbine n'est que de 12% environ, et non pas de 21% comme dans l'air, de sorte que dans un tel cas, la quantité de gaz naturel correspondant à un mélange stoechiométrique est plus petite. Cependant ce dernier

facteur d'atténuation ne jouerait pas si l'explosion faisait suite à une perte de flamme prolongée dans la turbine à combustion avec défaillance du système d'arrêt automatique de l'alimentation en gaz naturel et réallumage de la flamme.

2 Risques de propagation des explosions

Pour analyser les risques de propagation d'une explosion il convient d'abord d'analyser la séquence de événements susceptibles de mener à une explosion, puis de comprendre comment ses effets pourraient se propager. Il est à noter que comme aucune explosion dans une centrale à cycle combiné alimentée uniquement au gaz naturel n'est répertoriée dans les principales bases de données sur les accidents dans les centrales de production d'électricité (ce qui indique qu'il n'y a vraisemblablement jamais eu d'explosion dans ce type de centrale), l'analyse est basée sur les caractéristiques des équipements et non sur des cas d'accidents antérieurs.

Une explosion peut survenir si un mélange air gaz dans une proportion comprise entre les limites d'explosivité s'accumule. Le gaz qui arrive à la centrale par la conduite principale est acheminé directement, c'est-à-dire sans aucun stockage intermédiaire, aux brûleurs des turbines à combustion et des chaudières de récupération où il brûle immédiatement. En marche normale il n'y a donc pas d'endroit où du gaz imbrûlé est accumulé.

Il existe cependant trois endroits où du gaz pourrait s'accumuler en cas d'incident :

- Les chaudières de récupération (volume : environ 6300 m³ au maximum). Il pourrait s'y produire une accumulation de gaz s'il y avait perte de flamme (interruption accidentelle de la combustion dans la turbine ou au brûleurs d'appoint) et dysfonctionnement des vannes automatiques d'arrêt de l'alimentation en gaz. Une explosion pourrait survenir si une flamme ou une source de chaleur intense se manifestait une fois le mélange air gaz accumulé dans la chaudière. Une telle séquence d'évènements est très improbable; en effet, les vannes d'arrêt de l'arrivée de gaz sont doubles, c'est-à-dire redondantes, et sont conçues pour se fermer automatiquement même en cas de perte de l'alimentation en électricité. De plus, compte tenu du débit de gaz, il faudrait environ 15 secondes pour remplir la chaudière d'un mélange stoechiométrique air gaz, soit un temps très supérieur au temps normal de réaction du système de fermeture de l'arrivée de gaz (qui est inférieur à une seconde).
- Dans l'enceinte métallique de protection (« casing ») qui entoure les turbines à gaz. Le volume libre de ces enceintes correspond approximativement à 10% de celui d'une chaudière de récupération. Il pourrait y avoir accumulation de gaz dans l'enceinte d'une des turbines suivie d'une explosion s'il y avait rupture d'une conduite d'amenée de gaz dans l'enceinte, présence d'une source d'inflammation et défaillance simultanée des systèmes de détection et de protection (détecteurs de chaleur et de gaz naturel reliés aux vannes d'arrêt de gaz et à un système automatique d'extinction des incendies au CO₂).
- Dans le bâtiment principal. Il pourrait y avoir accumulation d'un mélange air gaz dans le bâtiment s'il y avait rupture d'une conduite de gaz à l'intérieur sans inflammation immédiate et défaillance du système de fermeture de l'arrivée de gaz, puis inflammation différée. Le volume du bâtiment (175 000 m³) est beaucoup plus grand que celui des chaudières de récupération. Il faudrait un temps assez long (plus de 5 minutes) pour que du gaz s'y accumule en quantité suffisante pour le remplir d'un mélange explosif. De plus, s'il y avait accumulation de gaz dans le bâtiment, la différence de densité entre l'air et le gaz ferait que l'on n'aurait pas un mélange parfait. Si malgré tout une explosion y

survenait, les calculs à l'aide d'un modèle destiné à simuler les explosions en milieu partiellement confiné montrent que la zone d'impact aurait sensiblement le même rayon que dans le cas de l'explosion d'une chaudière de récupération du fait que le bâtiment, contrairement à la chaudière de récupération ne confine que partiellement le mélange air gaz (voir étude d'impact, rapport principal, page 7.35).

Comme, parmi les trois scénarios ci-dessus, c'est l'explosion d'une chaudière de récupération qui, compte tenu de ses conséquences potentielles, paraît la plus susceptible d'avoir théoriquement des effets en chaîne, nous examinons dans la suite de cette section ce qui pourrait se produire après une telle explosion.

Il faut d'abord souligner que l'explosion d'une chaudière de récupération ne peut pas entraîner l'explosion simultanée d'une deuxième chaudière. En effet il n'est pas vraisemblable que les séquences d'évènements susceptibles de conduire à l'accumulation d'un mélange explosif air gaz se produisent simultanément dans deux unités (notamment parce qu'on ne peut imaginer d'évènement engendrant une perte de flamme au même moment dans les deux unités et parce qu'elles ont chacune leur propre système de fermeture de l'arrivée de gaz). Donc, si une explosion survenait dans une chaudière, l'autre chaudière ne contiendrait pas un mélange explosif air gaz au moment de la première explosion.

Une explosion différée dans la deuxième chaudière pourrait théoriquement survenir si la première explosion entraînait une perte de flamme dans la deuxième chaudière et si les vannes de fermeture de l'arrivée de gaz continuaient à ne pas fonctionner pendant le temps nécessaire à l'accumulation de gaz dans la deuxième unité. Or, comme indiqué ci-dessus, compte tenu du débit d'alimentation en gaz à une unité, il faut plus de quinze secondes pour remplir le volume complet d'une chaudière de récupération avec un mélange stoechiométrique air gaz. Dans ce cas, la deuxième explosion serait donc décalée dans le temps par rapport à la première et aurait une zone d'impact identique à celle-ci (voir document DA17, section 3). Lors d'une explosion, la surpression à un récepteur situé à proximité se fait sentir pendant une fraction de seconde. Les deux ondes de pression se succéderaient donc, mais les surpressions ne pourraient s'additionner.

Il est cependant pratiquement impossible que cette succession d'explosions se produise effectivement, car l'explosion de la première chaudière engendrerait d'importants dommages au niveau des parois et de la toiture du bâtiment ainsi que de la chaudière voisine. En effet contrairement aux turbines et aux conduites de gaz qui sont construites pour résister à des efforts mécaniques importants, les chaudières de récupération qui fonctionnent à une pression proche de la pression atmosphérique, ainsi que les parois du bâtiment ne pourraient résister à l'onde de pression causée par l'explosion d'une chaudière. Ni la deuxième chaudière ni le bâtiment ne pourraient donc alors assurer le degré de confinement du mélange air gaz nécessaire pour permettre une explosion d'une force comparable à celle des explosions dans la chaudière ou le bâtiment déjà simulées (qui sont des explosions survenant sans perte préalable du confinement).

L'explosion de la première chaudière pourrait cependant entraîner une rupture de la conduite de gaz dans le bâtiment. Si le dispositif de fermeture de l'alimentation en gaz continuait alors à ne pas fonctionner, et que le gaz s'enflammait, il pourrait y avoir explosion non confinée ou feu en chalumeau. Les conséquences de ces accidents ont été décrites au chapitre 7 du rapport principal de l'étude d'impact (tableaux 7.14 et 7.15).

L'explosion d'une chaudière pourrait également endommager les citernes d'ammoniac et causer un déversement suivi de l'évaporation de vapeurs toxiques. Les conséquences de la fuite d'ammoniac seraient alors conformes aux scénarios déjà étudiés (voir document complémentaire à l'analyse de risques, tableaux 1, 2 et 3).

En conclusion, il faut noter qu'en cas d'explosion d'une chaudière, il pourrait y avoir des dommages graves sur le site et possiblement incendie (feu de gaz naturel) ou fuite d'ammoniac. Cependant, il n'y aurait pas de conséquence au-delà des distances calculées antérieurement.