

## **Complément à l'analyse de risques technologiques**

J1- Risques technologiques liés à l'ammoniaque

J2 - Hypothèses utilisées pour l'évaluation des scénarios d'accidents

**Risques technologiques liés à l'ammoniaque**

## **J1 RISQUES TECHNOLOGIQUES LIÉS À L'AMMONIAQUE**

### **J1.1 ÉLABORATION DES SCÉNARIOS D'ACCIDENTS POTENTIELS**

#### **J1.1.1 Description de l'ammoniaque et des équipements d'entreposage**

L'ammoniaque en solution aqueuse à une concentration de 35 % sera utilisée à la centrale pour la réduction catalytique des oxydes d'azote. Une quantité totale de 94 m<sup>3</sup> (85 tonnes) sera entreposée à la centrale.

L'ammoniaque sera entreposée dans deux réservoirs localisés à proximité des chaudières de récupération d'énergie (capacité de 47 m<sup>3</sup> chacun). Les réservoirs seront pourvus d'une cuvette de rétention commune (superficie d'environ 110 m<sup>2</sup>) ayant la capacité de retenir tout le contenu des deux réservoirs.

À l'étape d'ingénierie détaillée, il sera déterminé si les réservoirs seront localisés à l'extérieur ou à l'intérieur d'un bâtiment, et si des balles flottantes seront placées dans la cuvette de rétention. En cas de déversement, ces balles agissent comme une barrière physique et thermique entre l'ammoniaque et l'air, de sorte que l'évaporation est réduite de l'ordre de 90 %.

L'ammoniaque à 35 % de concentration est un liquide incolore, modérément volatil et dégageant une odeur suffocante. Elle est corrosive et génère des vapeurs toxiques d'ammoniac gazeux. De plus, elle est complètement miscible dans l'eau et représente un danger pour la vie aquatique en raison de son alcalinité. La fiche signalétique de l'ammoniaque peut être consultée à l'Annexe C et ses principales propriétés physico-chimiques sont résumées au Tableau J1.1.

**Tableau J1.1** Caractéristiques de l'ammoniaque à 35 % de concentration

Propriété	Ammoniaque (35 %)
Numéro CAS	1336-21-6
Point d'éclair	Na
Point d'ébullition	Nd
Pression de vapeur (20 °C, 1 atm)	121 kPa <sup>(1)</sup>
Densité relative du liquide	0,90
Densité relative de la vapeur	0,59
Limites d'inflammabilité	16-25 %
Limites d'exposition (gaz, vapeurs, particules)	17 mg/m <sup>3</sup> (TLV) 105 mg/m <sup>3</sup> (ERPG2)
Principaux dangers	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ vapeur toxique</li> <li>▪ vapeur légèrement inflammable</li> <li>▪ nocif pour le milieu aquatique</li> </ul>

(1) Pression de vapeur partielle du NH<sub>3</sub>.

na : non applicable.

nd : non disponible.

### J1.1.2 Transport de l'ammoniaque

L'ammoniaque en solution est le produit chimique qui fera l'objet du plus important volume de transport routier. De trois à quatre camions-citernes approvisionneront la centrale à chaque mois. Le Tableau J1.2 indique la quantité consommée hebdomadairement et la fréquence de livraison.

**Tableau J1.2** Consommation et livraison de l'ammoniaque

Consommation	Fréquence de livraison
15 m <sup>3</sup> par semaine	3 à 4 fois par mois

### J1.1.3 Quantité-seuil des guides d'analyse des risques

Les guides méthodologiques d'analyse des risques technologiques (CRAIM, 2002; Théberge, 2002) incluent des listes de matières dangereuses avec des quantités-seuils pour déterminer si des scénarios d'accidents doivent être étudiés. Tel qu'indiqué au Tableau J1.3, la quantité-seuil pour l'ammoniaque a été fixée à 9,1 tonnes lorsque la

concentration est supérieure à 20 %. La quantité d'ammoniaque entreposée à la centrale dépasse donc la quantité-seuil prévue dans les guides.

**Tableau J1.3 Comparaison entre la quantité d'ammoniaque à la centrale et la quantité-seuil des guides d'analyse de risques**

Quantité-seuil pour l'ammoniaque (tonnes)	Quantité d'ammoniaque à la centrale (tonnes)
9,1 <sup>(1)</sup>	85

(1) Applicable à l'ammoniaque avec une concentration supérieure à 20 %.

## J1.2 ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES DES SCÉNARIOS D'ACCIDENTS

### J1.2.1 Critères de vulnérabilité

Les zones d'impact pour les expositions à des vapeurs toxiques ont été déterminées avec les critères ERPG. Le Tableau J1.4 présente la définition de ces critères.

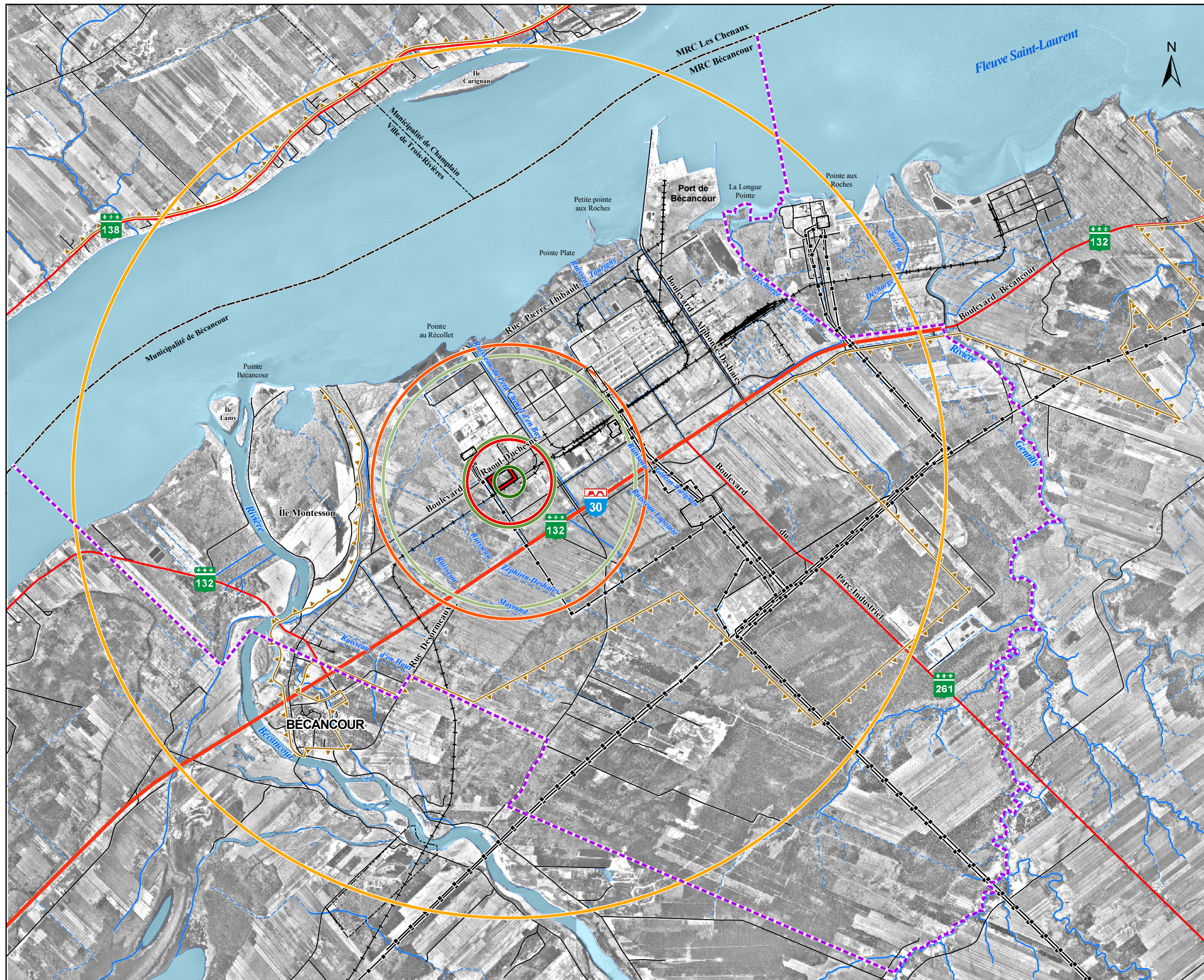
**Tableau J1.4 Définition des ERPG (Emergency Response Planning Guideline)**

Critère	Définition
ERPG3	Concentration maximale dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sur la santé susceptibles de menacer leur vie (AIHA, 1992).
ERPG2	Concentration maximale dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sérieux ou irréversibles sur leur santé ou sans qu'ils éprouvent des symptômes qui pourraient les empêcher de se protéger (AIHA, 1992).
ERPG1	Concentration maximale dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sur la santé autres que des effets mineurs et transitoires ou sans que ces individus perçoivent une odeur clairement définie (AIHA, 1992).

### J1.2.2 Scénario normalisé

Le Tableau J1.5 présente les zones d'impact du scénario normalisé et la Figure J1 illustre les zones d'impact de ce scénario sur une carte du secteur.

Figure J.1



**PROJET**

Centrale TCE projetée

**INFRASTRUCTURES ET LIMITES**

- Autoroute
- Route principale
- Route secondaire et chemin
- Voie ferrée
- Ligne de transport d'énergie électrique
- Parc industriel et portuaire de Bécancour
- Territoire agricole protégé
- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Municipalité

**ZONES D'IMPACT MAXIMALES**

Rupture des réservoirs d'ammoniaque  
Sans bâtiment et balles flottantes

- Ammoniac ERPG3 (rayon 510m)
- Ammoniac ERPG2 (rayon 1 610 m)
- Ammoniac ERPG1 (rayon 5 120 m)

Rupture des réservoirs d'ammoniaque  
Avec bâtiment et balles flottantes

- Ammoniac ERPG3 (rayon 175 m)
- Ammoniac ERPG2 (rayon 520 m)
- Ammoniac ERPG1 (rayon 1 480 m)

Base cartographique:  
Feuillet SNRC 31108 1:50 000,  
Orthophotos 2000 no. 00800111F08, 00800113F08, 00800115F08,  
00800149F08 et 00800151F08

Titre  
**Zones d'impact maximales  
Rupture d'un réservoir d'ammoniaque**

Projet  
**CENTRALE DE COGÉNÉRATION  
PARC INDUSTRIEL DE BÉCANCOUR**

Directeur projet <b>R. Auger</b>	Dessiné par <b>C. LaRoche</b>	Vérifié par <b>C. Côté</b>
-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------

Client 	Consultant 
------------	----------------

Échelle 0 450 900 m 	Numéro de projet <b>603215</b>	Nom du fichier <b>Fig_J1_Risque_Ammoniaque.mxd</b>
----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------

01	21/05/2003	Préliminaire	C. L.	C. C.
No.	Date	Description	Dessiné	Vérifié

Il est à noter que les zones d'impact évaluées avec les critères ERPG dépendent uniquement de la superficie de la nappe formée lors du déversement. Cette superficie sera la même si le déversement implique deux réservoirs au lieu d'un, en raison de la présence de la cuvette de rétention commune. Les résultats indiqués dans le Tableau J1.5 correspondent donc à un accident impliquant un réservoir ou deux réservoirs d'ammoniac.

Par ailleurs, les critères ERPG sont basés sur une période d'exposition maximale d'une heure. Le plan des mesures d'urgence contiendra des procédures dont la mise en œuvre permettra de limiter l'évaporation à moins d'une heure en cas de déversement. Si aucune intervention n'était réalisée, l'ammoniac déversée dans la cuvette pourrait s'évaporer pendant plus d'une heure.

Les résultats du scénario normalisé sont présentés de deux façons :

- avec des réservoirs extérieurs et sans balles flottantes dans la cuvette de rétention;
- avec des réservoirs intérieurs et des balles flottantes dans la cuvette de rétention.

Dans le cas du scénario avec des réservoirs intérieurs et des balles flottantes dans la cuvette de rétention, les balles flottantes sont considérées comme une mesure passive, dont l'effet d'atténuation peut être pris en compte dans l'évaluation du scénario normalisé. Une réduction de 90 % a été appliquée au taux d'évaporation, tel que démontré par divers manufacturiers. Aucune réduction n'a toutefois été considérée pour le bâtiment. De plus, l'évaluation a été réalisée avec un vent de 1,5 m/s, conformément aux exigences du scénario normalisé, même si la présence du bâtiment fait en sorte que la vitesse du vent serait nulle et que l'évaporation serait en réalité beaucoup moins élevée que celle utilisée dans l'évaluation.

Deux éléments ne sont pas pris en compte dans l'évaluation de ce scénario : la diminution de la concentration et de la température de la solution au fur et à mesure que l'ammoniac s'évapore. Dans les deux cas, ils contribuent à diminuer la pression de vapeur partielle de l'ammoniac, donc le taux d'évaporation. Bien que l'importance de la diminution du taux d'évaporation en raison de ces deux facteurs peut difficilement être quantifiée avec exactitude, les estimés suivants peuvent néanmoins être avancés. Dans le cas de la rupture d'un réservoir situé à l'extérieur et sans balles flottantes dans la cuvette, le taux d'évaporation après une heure diminuerait d'environ 28 % par rapport au taux d'évaporation initial si la température de la solution ne changeait pas et que la pression de vapeur diminuait uniquement en raison de la baisse de la concentration. Au contraire, si en plus de la diminution de la concentration, toute l'énergie perdue par évaporation contribuait

entièrement au refroidissement de la solution (aucun autre échange d'énergie entre la solution et l'extérieur), c'est une diminution d'environ 53 % qui serait observée après une heure. Le pourcentage réel se situe entre les deux valeurs obtenues avec ces approches simplifiées. Pour deux réservoirs, la diminution se situerait plutôt entre 16 % et 36 %. Puisque l'évaluation de ce scénario est basée sur le taux d'évaporation initial et que les ERPG correspondent à une exposition de une heure, les zones d'impact indiquées au Tableau J1.5 sont surestimées.

**Tableau J1.5 Zones d'impact maximales du scénario normalisé impliquant l'ammoniaque**

Mode d'entreposage	Distance maximale (m) <sup>(1)</sup>		
	ERPG3	ERPG2	ERPG1
Sans bâtiment et balles flottantes	510	1610	5120
Avec bâtiment et balles flottantes	175	520	1480

(1) Évaluées avec toutes les hypothèses du *Worst-Case Scenario* de l'EPA

### J1.2.3 Scénarios alternatifs

Le Tableau J1.6 présente les résultats de deux scénarios alternatifs liés à l'ammoniaque. Le premier consiste en une rupture d'une conduite d'alimentation en ammoniaque. Dans ce scénario, le déversement survient à l'extérieur de la cuvette des réservoirs et les conséquences sont évaluées avec des conditions météorologiques défavorables, comme dans le cas du scénario normalisé. Le second scénario alternatif suppose une explosion confinée de vapeur d'ammoniac dans le bâtiment d'entreposage, advenant qu'un tel bâtiment soit mis en place et que la ventilation dans le bâtiment ne permette pas d'évacuer assez rapidement les vapeurs d'ammoniac.

**Tableau J1.6 Zones d'impact maximales des scénarios alternatifs**

Scénario	Distance maximale (m)					
	Explosion			Vapeur toxique		
	13 kPa	6,9 kPa	2,0 kPa	ERPG3	ERPG2	ERPG1
Ammoniac – Rupture complète de la conduite d'alimentation <sup>(1)</sup>	na	na	na	65	170	465
Vapeur d'ammoniac – Explosion dans le bâtiment	35	60	210	na	na	na

(1) Vitesse du vent : 1,5 m/s ; Stabilité atmosphérique : F



### **J1.2.4 Effets dominos**

Seuls les explosions ou les incendies peuvent entraîner des effets dominos. Dans le cas de l'ammoniaque, l'effet domino potentiel le plus plausible est un bris des réservoirs et des conduites d'ammoniaque suite à une explosion de gaz naturel à la centrale. Un accident impliquant l'ammoniaque n'est toutefois pas susceptible d'entraîner d'autres accidents à l'extérieur du site.

### **J1.3 Équipements de protection**

Pour l'entreposage de l'ammoniaque, les principaux équipements de protection qui seront mis en place afin d'éliminer ou de réduire les risques d'accidents sont les suivants :

- cuvette de rétention;
- indicateur de niveau avec alarme de haut niveau;
- camions de livraison munis de valve d'arrêt à action rapide;
- aire de déchargement imperméable avec drainage vers un puisard fermé.

Dépendamment du concept d'entreposage qui sera retenu, les équipements suivants pourraient aussi être mis en place :

- balles flottantes dans le bassin de rétention afin de réduire l'évaporation en cas de déversement;
- entreposage dans un bâtiment fermé.

**Hypothèses utilisées pour l'évaluation des scénarios d'accidents**

Équipement	Hypothèse
Réservoirs d'ammoniaque extérieurs et sans balles flottantes dans la cuvette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture complète d'un ou deux réservoirs.</li> <li>• Cuvette de 110 m<sup>2</sup>.</li> <li>• Taux d'évaporation de 0,79 kg/s. *</li> </ul>
Réservoirs d'ammoniaque intérieurs et avec balles flottantes dans la cuvette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture complète d'un ou deux réservoirs.</li> <li>• Cuvette de 110 m<sup>2</sup>.</li> <li>• Balles contribuent à une réduction de l'évaporation de 90 %.</li> <li>• Taux d'évaporation de 0,079 kg/s. *</li> </ul>
Conduite d'alimentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture complète de la conduite d'alimentation.</li> <li>• Volume déversé (0,023 m<sup>3</sup>) correspond au contenu de la conduite plus le débit de procédé pendant 10 minutes.</li> <li>• Conduite de 1 cm de diamètre et 100 m de longueur avec débit de procédé de 89 litres/h.</li> <li>• Nappe de 1 cm d'épaisseur.</li> <li>• Taux d'évaporation de 0,0083 kg/s. *</li> </ul>
Bâtiment d'entreposage des réservoirs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosion de vapeur d'ammoniaque accumulée dans le bâtiment.</li> <li>• Volume approximatif de 2 300 m<sup>3</sup>.</li> </ul>

\* Calculé avec le logiciel *Evaporation Calculator*.

Note : Dispersion simulée avec un coefficient de rugosité du sol de 0,1.

**Hypothèses utilisées pour l'évaluation des scénarios  
d'accidents**

**Scénarios normalisés**

Équipement	Hypothèse
Conduite d'alimentation de gaz naturel sur le site de la centrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture totale de la conduite</li> <li>• Ignition avec délai</li> <li>• Conduite 380 mm de diamètre avec une pression de 320 psi</li> <li>• Débit de la fuite 60 kg/s</li> </ul>
Cylindre d'hydrogène	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosion d'un seul cylindre</li> <li>• Cylindre avec une pression de 2 400 psi</li> <li>• 0,5 kg d'hydrogène</li> </ul>
Cylindres d'hydrogène	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosion simultanée de plusieurs cylindres (54)</li> <li>• Cylindres avec une pression de 2 400 psi</li> <li>• 27 kg d'hydrogène au total</li> </ul>

**Scénarios alternatifs**

Équipement	Hypothèse
Conduite d'alimentation de gaz naturel sur le site de la centrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture totale de la conduite</li> <li>• Ignition avec délai</li> <li>• Explosion avec efficacité de 3 %</li> <li>• Conduite 380 mm de diamètre avec une pression de 320 psi</li> <li>• Débit de la fuite 60 kg/s</li> </ul>
Conduite d'alimentation de gaz naturel sur le site de l'usine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture partielle avec un diamètre équivalent à 10 % du diamètre de la conduite</li> <li>• Ignition avec délai</li> <li>• Pression de 320 psi</li> <li>• Débit de 3,0 kg/s</li> </ul>
HRSG (Heat Recovery Steam Generator)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosion confinée de gaz accumulée accidentellement dans un HRSG</li> <li>• Volume interne approximatif de 6 000 m<sup>3</sup></li> <li>• Équivalent à environ 350 kg de méthane (mélange stoechiométrique avec l'air)</li> </ul>
Chaudière modulaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosion confinée de gaz accumulée accidentellement dans une chaudière</li> <li>• Volume interne approximatif de 175 m<sup>3</sup></li> <li>• Équivalent à environ 10 kg de méthane (mélange stoechiométrique avec l'air)</li> </ul>

**Note :** Dispersion simulée avec un coefficient de rugosité du sol de 0,1.