

3 RISQUES D'INCIDENTS OU D'ACCIDENTS

Les développements suivants concernent l'analyse des risques d'incidents ou d'accidents susceptibles de survenir sur les installations de méthanisation projetées et l'évaluation de leurs conséquences.

3.1 Textes de référence et guides techniques

La démarche retenue s'appuie sur les dispositions et recommandations des textes suivants qui concernent les installations classées pour la protection de l'environnement (pour mémoire : les installations projetées ne sont pas éligibles à cette réglementation) :

- l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- la note du ministère du 2 juin 2004 concernant la méthodologie des études de dangers des installations classées ;
- la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Elle s'appuie également sur les guides techniques et rapports d'expertises suivants :

- INERIS – rapport N°46032 – DRA 32 – Etude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et au gaz naturel – 10/04/2006.
- INERIS – DRA-09-101660-12812A – Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielle – 18/01/2010.
- INERIS – DRA-12-117442-01013A – Retour d'expérience relatif aux procédés de méthanisation et à leurs exploitation – 13/02/2012.
- INERIS – DRA-14-133344-01580B – Etude des distances d'effets (explosion, thermique, toxique) des principaux scénarios majorants d'unité d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane – 07/10/2014.
- INERIS - rapport N° DRA-15-156593-11767A - Avis technique sur la pertinence de la prise en compte de l'explosion secondaire dans le scénario d'explosion d'un digesteur - 07/12/2015
- INERIS - rapport N° DRA-15-156593-12179A - Modélisation de l'explosion d'un digesteur de boues- 21/12/2015

3.2 Installations projetées (rappels)

Le tableau suivant précise les principales caractéristiques des équipements et ouvrages autour desquels s'articulera l'activité de méthanisation.

Digesteur	Volume de ciel gazeux (= volume du gazomètre)	450	m ³
	Volume vide (y compris gazomètre)	1 950	m ³
	Pression de rupture statique (gazomètre)	50	mbar
Gazomètre	Volume	450	m ³
	Pression de rupture statique	50	mbar
Local cogénération	Dimensions (L x l x h)	8,5 x 4,5 x 3,5	m

3.3 Identification et caractérisation des potentiels de dangers

3.3.1 Potentiels de dangers liés aux installations et aux produits

3.3.1.a Dangers liés aux produits stockés et manipulés

Les produits stockés et manipulés dans le cadre de la méthanisation des boues et graisses peuvent par nature présenter certains dangers liés à leur composition.

a.1 Réactifs et produits

Le tableau proposé à la suite recense les caractéristiques de ces produits et les risques associés. Les mentions de dangers utilisées sont celles associées au règlement CLP CE n° 1272/2008 du 16 décembre 2008 (« Classification, Labelling and Packaging » pour « classification, étiquetage et emballage »).

Nom	Utilisation	Conditionnement	Caractéristiques physico-chimiques	Symboles / mentions de dangers	Risques
Chlorure ferrique	Réactif utilisé pour limiter la teneur en H ₂ S dans le biogaz produit à 200 ppm	Cuve sur rétention	Densité : 1,4 N° CAS : 7705-08-0	Nocif en cas d'ingestion, provoque des lésions oculaires graves, provoque une irritation cutanée, peut être corrosif pour les métaux H302, H318, H317, H315, H290 	<ul style="list-style-type: none"> Corrosif Nocif et irritant Incompatible avec l'eau de Javel
Biogaz	Combustible	Gazomètre surmontant le digesteur	Composition moyenne : <ul style="list-style-type: none"> CH₄ : 60 à 65 % CO₂ : 30 à 35 % N₂ : 0,4 % Eau (H₂O) < 3 % O₂ : 0,1 % H₂ : 0,1 % H₂S < 0,1 % LIE : 5 % en volume LSE : 12,5 % en volume T° d'inflammation : 700°C Masse volumique : 1,2 kg/m ³ Densité par rapport à l'air : 0,9	Extrêmement inflammable (méthane) H220 	<ul style="list-style-type: none"> Incendie Explosion Toxicité aiguë par inhalation (liée à présence d'H₂S)
Hydrogène sulfuré	Présence dans le biogaz produit	-	LIE : 4,3 % en volume LSE : 46 % en volume T° d'inflammation : 260°C Densité par rapport à l'air : 0,1 VME : 7 mg/m ³ VLE : 14 mg/m ³	Extrêmement inflammable / mortel par inhalation / très toxique pour les organismes aquatiques H220 / H330 / H400 	<ul style="list-style-type: none"> Incendie Explosion Toxicité aiguë par inhalation

a.2 Boues d'épuration

Les boues produites sur une station d'épuration ont une composition variable :

- au cours du temps : elles sont en effet issues des eaux brutes, qui elles-mêmes n'ont pas une composition constante ;
- selon l'étape du procédé de traitement des boues : leur siccité (ou % de matière solide) varie de quelques % à 27 %.

On peut distinguer de façon générale deux grandes familles de boues avec des dangers spécifiques :

- Boues contenant plus de 10% d'eau : le risque principal est la fermentation due à la présence de bactéries, les risques d'auto-échauffement et d'explosion n'existent pas. La fermentation aérobie produit du dioxyde de carbone ou CO₂ (gaz inerte), tandis que la fermentation anaérobie produit un mélange de méthane (CH₄) et de CO₂ appelé « biogaz », qui est inflammable en raison de la présence de CH₄, malgré le rôle modérateur du CO₂.

Il existe également un potentiel de danger toxique lié à la présence d'hydrogène sulfuré. Le risque associé ne se manifeste néanmoins qu'à proximité immédiate, voire à l'intérieur des ouvrages.

- Boues contenant moins de 10% d'eau : elles peuvent s'auto-échauffer et dégager des produits de combustion incomplète (CO, hydrocarbures, H₂ ...) qui sont inflammables. Elles sont également combustibles en raison de leur pouvoir calorifique inférieur (PCI) relativement élevé. Enfin, les poussières de boues sèches peuvent exploser dans des conditions particulières de granulométrie, de concentration et d'énergie d'inflammation.

Dans la file boues de la station d'épuration de Bourg-Saint-Maurice, toutes les boues entrent dans la première catégorie : seul le risque de fermentation aérobie avec production de biogaz inflammable, notamment dans les équipements et zones confinés, est à retenir.

a.3 Incompatibilité entre substances

Le chlorure ferrique est le seul réactif utilisé au niveau des installations de méthanisation. Les risques d'incompatibilités entre substances sont donc écartés.

3.3.1.b Dangers liés aux équipements et procédés

Les événements accidentels pouvant se déclencher sur le site en cas de fonctionnement anormal des installations peuvent être rangés selon trois grandes catégories :

- pollution accidentelle, avec écoulement liquide et émission atmosphérique accidentelle (toxicité potentielle, mélange incompatible),
- incendie,
- explosion.

b.1 Pollution accidentelle

Deux types de pollution peuvent apparaître :

- une pollution liquide : dispersion des produits chimiques liquides stockés. Ce risque concerne la nappe phréatique. Sur la station d'épuration de Bourg-Saint-Maurice, il est prévenu par la mise en œuvre systématique de contenants associés à des rétentions intégrales avec systèmes de détection de fuite, ainsi que par l'aménagement des zones de dépotage de réactifs.

Il est également prévenu par la mise en place de rétentions en relation avec le digesteur et les bâches amont et aval.

- une pollution atmosphérique due à la dispersion d'un gaz généré par la décomposition d'un produit chimique, une réaction chimique accidentelle (mélange de produits incompatibles), ou une émission accidentelle. Des gaz toxiques peuvent aussi être générés par les procédés de traitement des eaux et des boues, en cas notamment de processus de fermentation (méthane, H₂S, ...). Ce risque est fortement limité par l'existence de coffrets de dépotage identifiés avec raccords spécifiques et contrôle par l'exploitant, prévenant ainsi le risque d'erreur de dépotage et de mélange incompatible.

Ces deux types de pollution peuvent également être générés suite à un sinistre incendie (eaux d'extinction d'incendie et fumées).

b.2 Incendie

Ce phénomène peut être notamment initié par :

- la production d'étincelles au sein d'équipements électromécaniques,
- une surchauffe d'un équipement ou une mauvaise combustion (chaudière, groupe électrogène),
- l'apport d'un point chaud : cigarettes, malveillance, ...

Dans l'évaluation du risque incendie, il faut tenir compte principalement :

- de la nature du ou des produits à caractère inflammable,
- du stock de produits inflammables,
- des risques d'occurrence des sources d'inflammation.

Dans le cas présent, les principaux postes pouvant présenter des potentiels de dangers type incendie sont constitués par les canalisations assurant le transport du biogaz : jet enflammé (ou feu torche) lorsqu'elles sont aériennes.

b.3 Explosion

Tous les gaz combustibles sont explosifs dès lors que leur mélange dans l'air atteint une certaine concentration, comprise entre la limite inférieure d'explosivité (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE). En dessous de la LIE et au-dessus de la LSE, il n'y a pas de risque d'explosion.

Dans le cas de la station d'épuration de Bourg-Saint-Maurice, le potentiel de dangers est présent au sein de tous les locaux/équipements mettant en œuvre du biogaz, et une explosion de ce type peut avoir pour origine :

- une ignition accidentelle en phase transitoire : explosion du ciel gazeux du digesteur ou d'une ATEX suite à une fuite dans le gazomètre
- une fuite de gaz en milieu non confiné : canalisations de biogaz sur le site (parties aériennes), perte d'intégrité du gazomètre.

Pour leur part, les produits chimiques stockés ne présentent pas de risques d'explosion.

Notons dans le cas présent que le dossier de consultation des entreprises sollicitera l'établissement d'un zonage ATEX sur l'ensemble du site.

3.3.1.c Dangers liés aux conditions opératoires et aux opérations d'approvisionnement

Les conditions opératoires peuvent initier ou participer à l'initiation d'un phénomène dangereux, par exemple à travers l'usage de l'électricité, ou encore l'approvisionnement de produits chimiques, toxiques et/ou corrosifs.

Les opérations effectuées, susceptibles de créer des risques d'épandage de produits liquides, sont représentées par :

- le dépotage de produits liquides en vrac,
- le transfert des produits vers leurs lieux d'utilisation,
- le stockage proprement dit des produits (en cas de défectuosité d'une cuve par exemple).

c.1 Le dépotage

La livraison de certains produits à caractère dangereux pour l'environnement s'effectue majoritairement en vrac, au moyen de camions citernes. Il s'agit en particulier des réactifs de désodorisation.

Les causes de pertes de produits peuvent être liées à une rupture de liaison entre le véhicule et la citerne pour les raisons suivantes :

- une détérioration du matériel,
- le mouvement du véhicule :
 - un choc ou une contrainte inhabituelle sur les équipements,
 - une pression ou surpression interne,
 - un acte de malveillance,
- une usure de certains organes :
 - corrosion,
 - contraintes thermiques ou mécaniques,
 - mauvaise conception de certains équipements,
- une erreur humaine lors des opérations ou due à un défaut d'entretien.

Ces ruptures peuvent survenir sur :

- un piquage du camion-citerne ou du réservoir de stockage,
- les flexibles ou tuyaux divers,
- les joints d'étanchéité,
- les organes mobiles (pompes).

Une fuite peut engendrer une dispersion de produits allant de quelques litres à plusieurs mètres cube.

Une erreur de dépotage peut entraîner une réaction entre produits incompatibles.

En cas de fuite accidentelle, lors d'une opération de dépotage, le scénario majorant est celui d'une rupture du tuyau de raccordement entre le véhicule et le raccord du réseau fixe d'alimentation d'une citerne.

Sur la station d'épuration de Bourg-Saint-Maurice, les potentiels de dangers et les risques associés sont néanmoins très limités, en relation avec les faibles quantités stockées. En outre, tant les zones de dépotage de ces produits que leurs stockages sont éloignés de la zone digestion qui abrite le potentiel de dangers biogaz, et ne sont donc pas susceptibles de constituer des événements initiateurs d'accidents majeurs.

c.2 Le transfert de produits liquides

Le risque de fuite accidentelle est présent aux différentes étapes d'utilisation des produits. Ces écoulements peuvent avoir plusieurs origines :

- non étanchéité des contenants,
- chute d'un ou plusieurs récipients,
- déchirure d'un récipient suite à une mauvaise manœuvre.

En ce qui concerne les réactifs de désodorisation, le risque d'écoulement accidentel est également possible sur le lieu d'utilisation et éventuellement imputable à une défectuosité des canalisations de transfert.

Par ailleurs, il existe classiquement un risque lié à un mélange accidentel type acide + javel, susceptible de dégager du chlore gazeux, car des erreurs de dépotage ne sont en général pas à omettre. Sur le site de la station d'épuration de Bourg-Saint-Maurice toutefois, les procédures d'une part, l'existence de coffrets et raccords spécifiques d'autre part permettent d'écarter raisonnablement ce risque.

Pour le transfert de produits, les potentiels de dangers et les risques associés sur le projet sont au final très limités.

c.3 Le transfert de produits gazeux explosifs

Concernant le transport de biogaz sur le site, une fuite ou une rupture est un phénomène à redouter sur les parties aériennes notamment (fuite sur bride, corrosion, ... jusqu'à une rupture de type guillotine).

Un tel événement peut déboucher :

- sur la formation d'un nuage potentiellement explosif, menant à une explosion non confinée si ignition retardée,
- sur un feu torche (jet enflammé) si une source d'ignition est présente à proximité immédiate (ignition instantanée).

Sur site, l'ensemble du réseau biogaz sera enterré à l'exception des conduites au droit des ouvrages et locaux (descentes de digesteurs, pots de purge sous le niveau du sol).

En outre, rappelons que les pressions mises en œuvre pour le biogaz sont particulièrement peu élevées, de l'ordre de 20 mbar.

c.4 Le stockage de produits liquides

Les différents réservoirs de stockage peuvent être à l'origine de la perte de produits et de leur écoulement dans les locaux correspondants (contenants défectueux).

Les potentiels de dangers et les risques associés sont néanmoins très limités (rétentions intégrales, détections de fuite et alarmes).

3.3.2 Potentiels de dangers liés aux phases de maintenance et de travaux

3.3.2.a Maintenance

La maintenance est réalisée pour l'entretien préventif, la remise en état des installations en cas de panne et la vérification des matériels sensibles et leur remplacement si nécessaire. À ce titre, les vérifications menées sont effectuées par du personnel qualifié et portent entre autres sur les points suivants :

- Contrôle visuel de l'intégrité des équipements,
- Contrôle des différents raccords, pompes, vannes et des tuyauteries,
- Contrôle du matériel électrique,
- Contrôle des engins de manutention,
- Test des sécurités instrumentales des différents équipements (vannes de sécurité, sondes de température et de pression, soupapes, événements),
- Test des asservissements liés aux détections,

Toutes les anomalies constatées font systématiquement l'objet de mesures correctives, qui sont suivies et adaptées si nécessaire.

Lors de ces opérations de maintenance, des procédures d'intervention sont suivies afin de limiter les risques (erreur de manipulation, mauvais emplacement d'équipement, non-respect du permis feu...). Pour certaines opérations, une partie des installations peut être éventuellement arrêtée puis redémarrée.

Les phases de maintenance ayant entraîné un arrêt des installations sont suivies de consignes spécifiques d'exploitation établies pour les phases de démarrage ou de redémarrage.

Des opérations menées par du personnel extérieur à l'établissement peuvent également avoir lieu. L'intervention par des sous-traitants peut présenter, de fait, des dangers pour les installations. La prévention repose sur l'établissement de permis d'intervention et autres permis spécifiques, et sur des contrôles effectués avant, pendant et après les interventions.

3.3.2.b Travaux

La réalisation de travaux constitue une phase inhabituelle qui peut libérer des potentiels de dangers par inadvertance, par mauvaise gestion de la coactivité ou par accident.

Les petits travaux de modifications suivent globalement les règles appliquées aux importantes opérations de maintenance.

3.3.3 Potentiels de dangers liés à l'environnement des installations

3.3.3.a Dangers liés aux éléments naturels

a.1 Conditions météorologiques extrêmes

Des conditions météorologiques extrêmes pourraient présenter un risque :

- En cas de froid extrême, les canalisations pourraient se boucher (gel des boues). Compte tenu de la localisation géographique du site (hivers rigoureux) Ce risque ne peut être écarté mais il est pondéré par la température du biogaz et des boues (35 à 37°C) ;
- En cas de chaleur extrême, une fermentation des boues plus importantes pourrait se produire. Néanmoins, compte tenu de la localisation du site, de la teneur en humidité importante des boues et de l'inertie thermique des ouvrages contenant des boues (réalisés en béton), le risque paraît limité.

Les conditions météorologiques extrêmes ne sont pas retenues comme événement initiateur.

a.2 Foudre

D'après les statistiques de foudroiement en France, la densité de foudroiement pour le département de la Savoie est de 3,4 impacts/km²/an.

Une analyse du risque foudre et une étude technique seront demandées aux candidats soumissionnant au marché de conception-réalisation. Les dispositifs de protection préconisés seront mis en place et vérifiés périodiquement.

a.3 Risques naturels

Inondations

La commune de Bourg-Saint-Maurice est couverte par un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPRn) approuvé en 2004 et modifié en 2009. Ce plan de prévention prend notamment en compte le risque inondation.

Les cartes d'aléas portées à la connaissance de la commune localisent le site de la station et de sa future extension en zone inondable par l'Isère et en zone d'aléa fort (T3) pour le phénomène de crues torrentielles. Un ouvrage de protection est cependant présent entre l'Isère et le site d'étude. En outre, la conception des bâtiments et ouvrages intègre ce risque.

Mouvements de terrain / Retrait-gonflement des argiles

Aucun mouvement de terrain n'est répertorié sur le site de la station d'épuration ou dans son environnement proche.

On note par ailleurs que le secteur d'étude est associé à un aléa faible de retrait-gonflement des argiles.

Séismes

Selon l'article D563-8-1 du code de l'environnement relatif à la délimitation des zones de sismicité du territoire français, la commune de Bourg-Saint-Maurice est située en zone de sismicité moyenne (').

3.3.3.b Dangers liés aux activités extérieures à l'établissement

b.1 Installations voisines

La station d'épuration de Bourg-Saint-Maurice est située dans une zone dédiée aux activités économiques qui comprend diverses installations industrielles.

Aucun établissement relevant de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement n'est présent dans un rayon de 500 m autour de la station d'épuration.

b.2 Infrastructures de transport

Infrastructures routières

Les infrastructures routières présentes dans l'environnement de la station d'épuration de Bourg-Saint-Maurice se composent :

- de la rue des Colombières ;
- de la RD1090 reliant Bourg-Saint-Maurice à Moutiers.

La rue des Colombières est utilisée pour la desserte de la station d'épuration et plus généralement de la zone d'activité. Le trafic routier qu'il supporte est relativement. **Aucun accident de type routier intervenant sur cet itinéraire n'est retenu comme événement initiateur.**

La RD1090 est séparée du site de la station d'épuration par un talus, divers bâtiments et une distance de près de 300 m. Eu égard à ce contexte, **aucun accident de type routier survenant sur cette infrastructure n'est retenu comme événement initiateur.**

Infrastructures ferroviaires

Sans objet dans le cas présent.

Infrastructures aériennes

Aucun site aéroportuaire n'est présent à moins de 2 km de la station d'épuration.

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, le risque de chute d'avion ne sera pas retenu comme événement initiateur.

b.3 Rupture de barrages

La commune de Bourg-Saint-Maurice est située en aval du barrage de Tignes.

Le scénario pris en compte par les autorités, bien que très peu probable, est la rupture totale et instantanée de l'ouvrage due à sa dégradation. Cette rupture provoquerait une onde de submersion qui inonderait la partie basse du territoire communal (y compris la station d'épuration) sous plusieurs mètres d'eau.

Conformément à l'annexe 2 de l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées, **l'événement initiateur « rupture de barrage » ne sera pas pris en compte dans la suite de l'étude.**

3.3.3.c Malveillance

Le risque de malveillance se manifeste par le vol, la détérioration et l'incendie volontaire. Il est à noter que l'acte de malveillance peut être le fait d'une personne venant de l'extérieur ou d'un employé de l'entreprise.

Le site de la station d'épuration est entièrement clôturé (hauteur : 2 m) et son accès est maintenu fermé par un portail en dehors des heures de présence du personnel.

Malgré toutes ces précautions, le risque de malveillance ne peut pas être écarté.

Cependant, en référence à l'annexe 2 de l'arrêté ministériel du 26 mai 2014, relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement, **les actes de malveillance ne seront pas pris en compte dans la présente étude de dangers.**

3.3.4 Synthèse

Au regard des caractéristiques physico-chimiques des produits utilisés sur l'installation, des incompatibilités, des réactions chimiques dangereuses, des équipements et des conditions d'exploitation particulières, les potentiels de dangers identifiés sur la station d'épuration du SAHI sont les suivants :

Fonction ou opération	Équipement	Potentiels de dangers	Phénomènes dangereux associés
Équipement contenant du biogaz à très basse pression	Digesteur	Biogaz	Éclatement / Explosion (fuite ou entrée d'air) (effets toxiques)
	Gazomètre	Biogaz	Fuite et explosion interne ou explosion non confinée (effets toxiques)
	Torchère	Biogaz	Fuite avec explosion non confinée, feu torche (effets toxiques)
	Local cogénération	Biogaz	Fuite et explosion interne
Canalisations de biogaz	Parties aériennes en très basse pression 25 mbar	Biogaz	Fuite avec explosion non confinée (si inflammation différée), feu torche (si inflammation immédiate) et effets toxiques (si pas d'inflammation)
Livraison réactifs	Camion	Réactifs	Fuite au déchargement
Transfert et stockage des réactifs	Cuves	Réactifs	Fuite cuve

3.4 Réduction des potentiels de dangers liées aux installations et produits

La réduction des potentiels de dangers est une étape de l'étude de dangers qui porte sur la recherche des possibilités technico-économiques suivantes :

- substituer les produits dangereux utilisés par des produits aux propriétés identiques mais moins dangereux (principe de substitution) ;
- intensifier l'exploitation en minimisant les quantités de substances dangereuses mises en œuvre (principe d'intensification) ;
- définir des conditions opératoires ou de stockage (température et pression par exemple) moins dangereuses (principe d'atténuation) ;
- concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un événement accidentel (principe de limitation des effets).

3.4.1 Principe de substitution

La présence de biogaz, qui est de loin le principal potentiel de dangers identifié au sein des installations étudiées, est consubstantielle à la méthanisation. Il n'y a donc pas de substitution possible.

3.4.2 Principe d'intensification

Les volumes des installations contenant du biogaz ont été réduits au maximum afin de réduire le potentiel de dangers. Ainsi, le volume du gazomètre a été optimisé et son positionnement en toiture du digesteur permet de réduire le volume de biogaz stocké sur le site (non cumul avec le ciel gazeux).

3.4.3 Principes d'atténuation et de limitation des effets

La conception des équipements et les conditions opératoires ont été choisies de façon à minimiser les dangers et/ou limiter les effets des phénomènes dangereux qui pourraient se produire :

- présence de soupapes de pression / dépression sur le digesteur ;
- faible tenue à la pression du gazomètre permettant de limiter la montée en pression et donc l'énergie accumulée au moment de la rupture et les conséquences d'une explosion ;
- présence de recoupements pour la séparation des dangers et limitation des volumes des locaux ;
- ventilation des zones confinées où du biogaz pourrait s'accumuler ;
- utilisation de matériels ATEX dans les zones où un risque de formation d'une atmosphère explosible existe ;
- mise en place d'explosimètres permettant de déceler la présence de gaz avant que la concentration explosible soit atteinte (au niveau de la bache à boue digérée,...);
- présence de détecteurs incendie dans les locaux à risque et de poteaux incendie sur le site ;
- présence d'un arrête-flamme et de détecteurs d'absence de flamme sur la torchère ;
- formation du personnel et mise en œuvre et respect de procédures et consignes sécurité, notamment pour les opérations de maintenance et travaux (permis de travail, permis de feu, plan de prévention).

3.5 Analyse du retour d'expérience

L'analyse de l'accidentologie met en évidence certains équipements potentiellement générateurs de phénomènes dangereux, et éclaire également sur les causes de ces phénomènes. Parmi les ouvrages ou équipements prévus dans le cadre du projet de méthanisation des boues et graisses sur la station d'épuration de Bourg-Saint-Maurice, il s'avère sans surprise que le biogaz généré au sein du digesteur, puis stocké dans le gazomètre, fait de ces ouvrages une source de risque significative.

Il en est de même pour les équipements mettant en œuvre ce gaz inflammable (torchère,...) et les locaux en accueillant.

Sur le digesteur et le gazomètre, les phénomènes dangereux identifiés sont la fuite de biogaz et l'explosion. On constate que si l'occurrence des phénomènes explosifs est relativement faible, ces phénomènes sont porteurs d'un potentiel de gravité significatif puisqu'on recense plusieurs morts et blessés parmi le personnel exploitant. En comparaison, les fuites de biogaz sont nettement plus fréquentes mais de conséquences moindres puisque sans impact directement mesurable sur l'environnement.

L'analyse permet également d'identifier des causes récurrentes de ces accidents, tant d'un point de vue technique (défaillances, vétusté,...) qu'humain (erreurs humaines). Les phénomènes extérieurs (gel notamment) et la fatigue du matériel apparaissent comme les causes les plus fréquentes pour les phénomènes de fuite.

3.6 Analyse préliminaire des risques (APR)

L'APR est proposée à la suite sous forme d'un tableau synthétique reprenant les points suivants :

- Examen d'un équipement ou procédé ou sous-ensemble potentiellement dangereux ;
- Pour cet équipement/procédé, prise en compte d'une situation dangereuse ;
- Pour cette situation, examen de la ou des cause(s) (événement initiateur), et des conséquences possibles avec le(s) phénomène(s) dangereux associé(s) ;
- Pour les phénomènes dangereux identifiés, estimation préliminaire de l'intensité et cotation associée en fonction de l'échelle de cotation proposée ;
- Mention des barrières (techniques et/ou organisationnelles) de prévention et/ou de protection mises en place ou prévues et agissant sur le scénario d'accident majeur potentiel identifié ;
- Si l'analyse montre l'apparition de nouveaux phénomènes dangereux induits par le fonctionnement de certaines barrières de sécurité, une nouvelle ligne est créée dans le tableau en prenant en compte l'éventuelle défaillance de cette barrière.

Le découpage fonctionnel proposé est :

- Bâche de stockage des matières en amont du digesteur ;
- Digesteur/ Gazomètre ;
- Bâche de stockage du digestat en aval du digesteur ;
- Torchère ;
- Canalisations de transfert biogaz ;
- Unité de cogénération ;
- Utilités (perte d'utilités).

3.6.1 Analyse préliminaire des risques liés au stockage des boues et des graisses en amont de la digestion

Les boues mixtes épaissies seront envoyées vers une bâche d'un volume de 150 m³ où elles seront mélangées aux graisses récupérées en sortie des dessableurs-dégraisseurs. Cette bâche permettra l'alimentation régulière du digesteur.

Événement initiateur	Situation dangereuse	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Fermentation liée à un manque d'homogénéisation • Temps de séjour excessif 	Dégagement d'H ₂ S	Dispersion d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Homogénéisation par agitateur mécanique ou pompe de brassage (secours installé) • Report du défaut sur la supervision en cas de défaillance des dispositifs d'agitation, • Temps de séjour limité • Bâche d'homogénéisation couverte, ventilée et désodorisée 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
	Dégagement de méthane (biogaz) + présence d'une source d'allumage	Explosion en milieu confiné (VCE) : effet de surpression	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Homogénéisation par agitateur mécanique ou pompe de brassage (secours installé) • Report du défaut sur la supervision en cas de défaillance des dispositifs d'agitation, • Temps de séjour limité • Bâche couverte, ventilée et désodorisée • Prévention des sources d'ignition (zone ATEX 2) 	<i>Volume limité, pas d'effet hors site</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Débordement, sur-remplissage • Rupture de l'équipement (fragilité, fissure, vieillissement,...) 	Déversement de produits	Epanchage de boues / graisses : pollution accidentelle	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Mesure de niveau dans la bâche • bâche associée à un dispositif de rétention de volume adapté • Ouvrages en béton armé • Inspections visuelles régulières • Inspections approfondies lors des vidanges décennales 	<i>Risque de pollution non retenu car mesure de confinement</i>

3.6.2 Analyse préliminaire des risques liés au digesteur / gazomètre

Le digesteur est un ouvrage de 1 500 m³ utile avec gazomètre (450 m³) intégré.

Afin de protéger le digesteur de toute surpression (au-dessus de 0,05 bars) ou de toute sous pression indésirable, liée à la production de biogaz, l'ouvrage est équipé d'un système de sécurité combiné sur/dépression.

Installé sur le haut du digesteur, le gazomètre souple pressurisé est constitué de deux enveloppes, la première étanche au gaz forme le réservoir, la deuxième extérieure pressurisée assure la résistance aux intempéries. Un ventilateur assure le soufflage entre les deux enveloppes.

La pression de service du biogaz à l'intérieur du gazomètre est de 20 mbar. Une soupape de sécurité à la surpression est mise en place. Elle est tarée à une pression de 25 mbar.

En aval du gazomètre, le circuit conduit le biogaz vers les différents équipements :

- unité de cogénération,
- torchère pour l'élimination des excédents.

Événement initiateur	Situation dangereuse	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Agression mécanique directe • Rupture de l'équipement (fragilité, fissure, vieillissement,...) 	Perte d'intégrité du digesteur	Épandage des matières en cours de traitement : pollution accidentelle	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Inspections visuelles régulières • Inspections approfondies lors des vidanges décennales • Consignes d'exploitation • limitation des vitesses et plan de circulation sur le site • Rétention étanche en liaison gravitaire permettant de stocker la totalité du volume de matières contenu dans l'ouvrage • Capteurs de niveau relié à la GTC 	<i>Risque de pollution non retenu car mesure de confinement</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Malveillance ou défaillance de la vanne de vidange 	Vidange accidentelle ou débordement du digesteur	Épandage des matières en cours de traitement : pollution accidentelle	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Verrouillage de la vanne de vidange • Affichage et procédure d'ouverture de la vanne • Maintenance • Clôture du site 	<i>Phénomène lent permettant l'intervention du personnel exploitant</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Sur-remplissage digesteur suite à la dérive du niveau de boues 				<ul style="list-style-type: none"> • Capteurs de niveau relié à la GTC • Dispositif de trop-plein permettant l'envoi des matières vers le poste de relevage de la station ou autre • Dispositif de vidange du digesteur en partie basse vers unité de récupération mobile ou poste de relevage 	
<ul style="list-style-type: none"> • Vanne fermée sur le réseau biogaz • Non démarrage de la torchère • Pic de production de biogaz • Température excessive dans le digesteur 	Surpression dans le digesteur entraînant l'émission de biogaz à l'atmosphère par les soupapes	Effets toxiques liés à H ₂ S UVCE si source d'ignition, feu torchère ou jet enflammé en cas d'allumage immédiat	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Mesure de température dans le digesteur • By-pass possible du digesteur (envoi des boues épaissies vers la déshydratation) • Report visuel de l'ouverture des soupapes • Contrôle périodique des soupapes • Pare-flamme au niveau des soupapes de surpression / dépression • Prévention des sources d'ignition 	<i>Pas de conséquence pour les tiers car soupape vers le haut à une hauteur importante</i> <i>Milieu largement ventilé</i>

Événement initiateur	Situation dangereuse	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
<ul style="list-style-type: none"> Rupture de l'enveloppe interne du gazomètre par surpression en cas d'arrêt prolongé de la consommation alors que la production se poursuit (erreur d'exploitation, liaison avec torchère bouchée, défaillance vanne de liaison,...) Fuite sur enveloppe interne (usure, défaut important,...) 	Présence de biogaz dans l'espace inter-membranaire	Formation d'une ATEX dans le volume inter-membranaire du gazomètre et explosion si ignition.	2 ou 3	<ul style="list-style-type: none"> Torchère dimensionnée pour brûler la production maximale de biogaz. Soupape tarée à 25 mbar. Détecteur CH₄ (explosimètre) avec alarme calée à 60% LIE, installé au niveau du registre d'équilibrage entre les deux membranes. Enveloppe interne thermosoudée, dimensionnée pour son déploiement, résistante aux variations thermiques et à l'abrasion 	Phénomène dangereux 1 (PHD1)
<ul style="list-style-type: none"> Mise en service initiale et vidanges décennales 	Présence d'air (O ₂) dans le digesteur	Formation d'une ATEX et explosion si source d'ignition	2 ou 3	<p>Procédure arrêt :</p> <ul style="list-style-type: none"> Vidange boues et remplissage canalisations à l'eau, arrêt équipements et consommation biogaz résiduel (torchère) Mesure intérieure CH₄ par détecteur portatif, puis mise à l'air lorsque CH₄ < LIE <p>Procédure (re)démarrage :</p> <ul style="list-style-type: none"> Soupapes démontées Digesteur rempli d'eau jusqu'au niveau de mise à l'air (niveau bas) Alimentation lente en boues Contrôle par mesure CH₄ et O₂ dans le digesteur Remontage soupapes et démarrage brassage lorsque teneur O₂ < 2% 	Phénomène dangereux 2 (PHD2)
<ul style="list-style-type: none"> Usure, poinçonnement du gazomètre Mauvaise fixation, vent fort Surpression interne 	Perte de confinement des deux membranes et émission d'un nuage de biogaz	Explosion à l'air libre d'un mélange air et biogaz (méthane) : effets de surpression et thermiques	3	<ul style="list-style-type: none"> Double membrane fixée aux parois par un système conçu pour résister aux intempéries, Membrane extérieure résistante aux chocs et aux perforations Maintenance et contrôle réguliers de la double membrane et du système de fixation Capteur de pression Soupape 	<i>Explosion en milieu non confiné non encombré</i> Phénomène dangereux 3 (PHD3)

3.6.3 Analyse préliminaire des risques liés au stockage des digestats en aval de la digestion

Les digestats produits seront envoyés vers une bache d'un volume de 150 m³. Cette bache constituera un stockage tampon pour l'alimentation de l'atelier de déshydratation des boues dont le fonctionnement n'est pas continu.

Événement initiateur	Situation dangereuse	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Boues pas ou partiellement digérées + fermentation liée à un manque d'homogénéisation • Temps de séjour excessif 	Dégagement d'H ₂ S	Dispersion d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Homogénéisation par agitateur mécanique ou pompe de brassage (secours installé) • Report du défaut sur la supervision en cas de défaillance des dispositifs d'agitation, • Temps de séjour limité • Bâche couverte, ventilée et désodorisée • Analyse H₂S et CH₄ dans ciel gazeux • Prévention des sources d'ignition (protection foudre, matériel ATEX) 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
	Dégagement de méthane (biogaz) + présence d'une source d'allumage	Explosion en milieu confiné (VCE) : effet de surpression	1 ou 2		<i>Volume limité, pas d'effet hors site</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Débordement, sur-remplissage • Rupture de l'équipement (fragilité, fissure, vieillissement,...) 	Déversement de produits	Epanchage de boues / graisses : pollution accidentelle	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Mesure de niveau dans la bâche • Dispositif de rétention de volume adapté • Ouvrage en béton armé • Inspections visuelles régulières • Inspections approfondies lors des vidanges décennales 	<i>Risque de pollution non retenu car mesure de confinement</i>

3.6.4 Analyse préliminaire des risques liés à la torchère

La torchère est un appareil à flamme cachée, à allumage automatique et muni comme le gazomètre de l'ensemble des accessoires de sécurité nécessités par la mise en zone ATEX de l'ensemble des installations de gaz.

Elle permet de détruire le biogaz excédentaire et est dimensionnée sur la totalité du biogaz produit en pointe.

La commande de la torchère et sa protection par fusibles sont entièrement automatiques et commandées en fonction du niveau du réservoir de stockage du gaz.

Dans le cas où le gazomètre serait rempli à son niveau maximal, la torchère se met automatiquement en marche.

Événement initiateur	Situation dangereuse	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Perte flamme pilote • Dysfonctionnement allumage • Erreur humaine 	Rejet de biogaz non brûlé à la torchère	Formation d'un nuage : toxicité H ₂ S	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Détection de flamme avec alarme et arrêt temporisé (fermeture vanne alimentation) après rallumages automatiques infructueux • Conception et maintenance adaptées des systèmes (équipements, électriques, détection, sécurité) • Capteur de pression • Débitmètre • Régulation de l'admission d'air 	<p style="text-align: center;"><i>Milieu largement ventilé.</i> Phénomène dangereux 4 (PHD4)</p>
		Explosion à l'air libre d'un mélange air et biogaz (méthane) : effets de surpression et thermiques	2 ou 3		

3.6.5 Analyse préliminaire des risques liées aux canalisations de transfert de biogaz

Événement initiateur	Situation dangereuse	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Fuite de joint, bride (corrosion) • Surpression sur le réseau • Agression mécanique • Présence d'une source d'ignition 	Perte de confinement sur réseau biogaz aérien (tuyauterie) + Présence d'une source d'allumage	Fuite de biogaz chargé de H ₂ S : effets toxiques	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> • Réseau très basse et basse pression • Tuyauteries conçues et construites conformément aux recommandations professionnelles par une société qualifiée • Tuyauteries avec revêtement anticorrosion écartant tout risque de corrosion + électrosoudage (limitation des brides et raccords) • Site clôturé et plan de prévention en cas de travaux écartant tout risque de travaux tiers non contrôlés ; 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
		Explosion à l'air libre d'un mélange air et biogaz (méthane) ou feu torche si inflammation immédiate : effets de surpression et thermiques	2 ou 3	<ul style="list-style-type: none"> • Tracé des tuyauteries connu (plans de récolement) et plans de prévention établis par l'exploitant pour encadrer tous travaux sur le site de la station ; • Défauts matériaux ou défaut de construction, détectés avant la mise en service lors des différents tests, de mise en pression notamment. • Pressostats sur réseau avec report alarme et arrêt automatique 	Phénomène dangereux 5 (PHD5)

L'occurrence d'une brèche ou d'une rupture sur le réseau enterré est exclue pour les raisons suivantes :

- Tuyauteries avec revêtement anti-corrosion écartant tout risque de corrosion + électrosoudage ;
- Protection contre les chocs et les effets dominos (thermiques et surpression) par la hauteur de terre recouvrant les tuyauteries ;
- Site clôturé et plan de prévention en cas de travaux écartant tout risque de travaux tiers non contrôlés ;
- Tracé des tuyauteries connu (plans de récolement) et plans de prévention établis par l'exploitant pour encadrer tous travaux sur le site de la station ;
- Défauts matériaux ou défaut de construction, détectés avant la mise en service lors des différents tests, de mise en pression notamment.
- De plus, au vu des faibles pressions dans le réseau biogaz, une brèche sur une tuyauterie enterrée générerait des effets très localisés.

3.6.6 Analyse préliminaire des risques liés à l'unité de cogénération

Une unité de cogénération utilisera le biogaz produit sur site.

Installée dans un local spécifique à proximité du digesteur, elle sera alimentée en biogaz en aval du prétraitement par charbon actif. Ceci permettra de limiter les rejets dans les fumées en composés soufrés.