

Procédés de méthanisation et gestion des risques industriels. Retour d'expérience en France et en Allemagne

Sébastien Evanno, Benno Weinberger

▶ **To cite this version:**

Sébastien Evanno, Benno Weinberger. Procédés de méthanisation et gestion des risques industriels. Retour d'expérience en France et en Allemagne. TSM. Techniques Sciences Méthodes – Génie urbain, génie rural, 2014, 3, pp.62-73. 10.1051/tsm/201403062 . ineris-01862442

HAL Id: ineris-01862442
https://ineris.hal.science/ineris-01862442

Submitted on 27 Aug 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Procédés de méthanisation et gestion des risques industriels
Retour d'expérience en France et en Allemagne

S. EVANNO[1], B. WEINBERGER[1]

Mots-clés : méthanisation, ATEX, biogaz, explosion, H_2S, incendie,
Keywords: anaerobic digestion, feedback analysis, ATEX, biogas, explosion, H_2S, fire,

Introduction

Le présent travail de recherche documentaire sur le retour d'expérience a été réalisé en 2011 par l'INERIS dans le cadre de ses travaux d'appuis auprès du MEDDE/DGPR dans le cadre de la prévention des risques liés aux procédés de méthanisation de la biomasse et des déchets [1].

Ce travail a permis de constituer un inventaire d'accidents relatifs aux procédés de méthanisation à partir de différentes sources de la littérature et propres aux industriels.

Un travail d'identification des bases de données sur l'accidentologie a été mené avec le Centre d'information et de valorisation scientifique (CIVS) de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) afin de collecter un retour d'expérience le plus complet possible relatif à l'activité méthanisation et en sollicitant la base de données ARIA du Bureau d'analyses des risques et pollutions industrielles (Barpi) de la direction générale de la prévention des risques (DGPR) du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (Medde).

Ce premier travail a permis d'orienter la recherche du retour d'expérience vers les installations de méthanisation en l'Allemagne (pays échangeant le plus d'informations sur le retour d'expérience) où la filière méthanisation est la plus développée.

Le réseau biogaz en France constitué depuis plusieurs années (Club biogaz, association Amorce, association Méthéor) a également été sollicité ainsi que les industriels concernés par la filière de la méthanisation en leur demandant de nous retourner les informations suivantes : le lieu de l'accident, le type d'événement accidentel (explosion, incendie, déversement…), les procédés, équipements et produits mis en cause, les causes supposées, les conséquences matérielles, humaines, environnementales.

Le retour d'information sur les incidents et accidents à partir des bases de données publiques et du réseau biogaz a été complété par le retour d'expérience de deux industriels français – Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (Siaap), autre industriel – et par une recherche documentaire en Allemagne dans le secteur agricole où la méthanisation est la plus développée en Europe. La collecte du retour d'expérience n'a pas été suffisante pour pouvoir réaliser une analyse quantitative et statistique de ces données.

En Allemagne, il existe une base de données intitulée Zentralen Melde- und Auswertestelle für Störfälle und Störungen in verfahrenstechnischen Anlagen (ZEMA) gérée par le ministère fédéral de l'Environnement qui recense les incidents ou accidents soumis à déclaration obligatoire selon l'ordonnance sur les accidents majeurs 12. BImSchV conformément à l'annexe VI depuis 1993.

[1] Ineris – Parc Technologique Alata – 60550 Verneuil-en-Halatte, France (prenom.evanno@ineris.fr)

De plus, une analyse sur le retour d'expérience en Allemagne a été facilitée par le travail réalisé par la Commission pour la sécurité des installations auprès du ministère fédéral allemand de l'Environnement, de la Protection de la nature et de la Sécurité nucléaire, qui a constaté dans son avis technique « Sécurité dans les installations de biogaz » en 2009 (rapport technique KAS-12) que les installations de méthanisation ont souvent des défaillances concernant la conception, la construction et l'exploitation [2].

1. Retour d'expérience sur les activités de méthanisation issu du Barpi

1.1. Accidents recensés

L'Ineris présente ci-après une liste d'accidents issus de la base de données ARIA sur la gestion des accidents gérée par le Bureau d'analyses des risques et pollutions industrielles de la DGPR.

La base de données ARIA exploitée par le Barpi recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu, porté atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages… classés au titre de la législation relative aux installations classées, ainsi que du transport de matières dangereuses.

Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers, sont organisés depuis 1992. Ce recensement, qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif. La liste des événements accidentels présentés ci-après ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs.

Une synthèse des informations sur le retour d'expérience mettant en œuvre des installations de méthanisation (données issues de la base ARIA du Barpi) est présentée ci-après, en italique, afin de pouvoir optimiser la collecte des données issues de la base ARIA ; nous indiquons ci-après quelques accidents significatifs.

N° 36621 03/06/2009 France – Achères (78)

7.00 – Collecte et traitement des eaux usées

Dans une station d'épuration, une sphère de biogaz est mise en dépression lors de la remise en service de celle-ci suite à un arrêt pour un contrôle réglementaire. L'opération débute vers 13 h 30 et se déroule correctement jusqu'à la manœuvre des vannes : l'agent qui effectue l'ouverture de la vanne VGC 3690 (vanne d'équilibre à l'atmosphère) pense que celle-ci est déjà ouverte (pas d'indicateur sur le réducteur de la position de la vanne). Il procède donc à l'ouverture totale de la vanne VGC 3691 (vidange de l'eau de remplissage de la sphère) et progressivement à l'ouverture de la vanne motorisée VGC 3679 (arrivée de biogaz).

Après une dizaine de minutes, la vidange de l'eau (vanne supérieure fermée) provoque un vide puis la mise en dépression de la sphère, entraînant la déformation de quatre éléments de l'hémisphère supérieur et de la calotte supérieure.

La sphère est ensuite isolée en gaz par la remise en place des queues de poêle sur les conduites de gaz arrivée et départ. Le complément en eau de la sphère est réalisé à 15h30. L'installation est en sécurité. Le coût des dommages est de 400 000 euros portant sur le contrôle complet des soudures, la réparation des parties endommagées et le contrôle de requalification avant remise en service.

N° 34251 18/02/2008 France – Valenton (94)

7.00 – Collecte et traitement des eaux usées

À la suite d'une rupture de canalisation de biogaz, une explosion se produit à 11h40 dans la salle des compresseurs d'une station d'épuration des eaux usées et provoque un feu torche. L'alimentation en énergie est coupée, un périmètre de sécurité mis en place et deux employés, légèrement blessés et irrités par l'émanation des gaz, sont transportés à l'hôpital.

Les pompiers éteignent l'incendie après 2 heures d'intervention puis effectuent des mesures d'explosimétrie. La salle des compresseurs est détruite et la chaufferie voisine abritant les trois chaudières mixtes fonctionnant au biogaz est gravement endommagée. Cet accident entraîne la mise hors d'usage des chaudières, dont l'utilisation est indispensable pour la digestion des boues (maintien à 37 °C des ouvrages).

Grâce au maillage du réseau d'alimentation des usines de traitement de la région, les deux tiers des effluents habituellement traités par le site (soit 400 000 m³/j) sont dirigés vers deux autres usines. Une chaudière provisoire de 3 MW (soumise à déclaration) et fonctionnant au fioul est mise en place pour traiter jusqu'à 200 000 m³/jour. Tout déversement d'eaux polluées en milieu naturel est ainsi évité. L'exploitant diffuse un communiqué de presse. La réhabilitation d'une des chaudières de 4 MW pour fonctionnement au gaz naturel est réalisée dans un délai de 15 jours ; une tierce expertise de l'installation est réalisée avant remise en service et retour à un fonctionnement normal de l'usine (600 000 m³/j traités). La seconde chaudière détruite par l'accident sera réhabilitée pour fonctionner au gaz naturel dans un délai de 6 à 8 semaines. Une enquête est effectuée pour déterminer l'origine exacte du sinistre.

L'Ineris a été mandaté par l'exploitant pour l'analyse de cet accident : suite à une fuite de biogaz au niveau de la canalisation au refoulement des compresseurs, une explosion et un incendie ont eu lieu dans le local de compression et dans le local de chaufferie attenant. Cet accident a généré principalement des effets thermiques et, dans une moindre mesure, étant donné les dommages constatés, des effets liés à une surpression. Les résultats de l'expertise ont permis d'énoncer les recommandations rappelées ci-après :
– la conception du réseau de biogaz par canalisation doit être conforme au Code de construction des tuyauteries industrielles (Codeti), dans le cadre de la réglementation relative à la directive des équipements sous pression de 2005 ;
– les canalisations doivent être soudées en Inox et raccordées par des brides comme cela est réalisé dans le domaine de la pétrochimie ;
– le manchon de raccordement de type Viking-Johnson est à proscrire (accessoire plutôt utilisé pour l'adduction de l'eau, deux déboîtements en 10 ans soit un taux de fréquence élevé) ;
– il convient d'asservir l'arrêt des compresseurs à la mesure de la chute de pression dans la canalisation de biogaz au refoulement de ceux-ci.

Cet incident a fait l'objet d'un rapport de retour d'expérience interne au Siaap, qui présente des recommandations sur la sécurité industrielle de l'exploitation du biogaz (ou du gaz naturel).

N° 32040 21/01/2006 Allemagne – 00 – Göttingen

7.00 – Collecte et traitement des eaux usées

Dans une décharge, deux cuves de traitement des déchets liquides d'une installation de méthanisation se rompent ou explosent vers 6 heures. L'un des réservoirs contenait de la boue en fermentation et l'autre des eaux de lixiviation ; 4 500 m³ de boue et 2 500 m³ d'eaux polluées se déversent dans l'environnement, formant une vague destructrice.

Un bâtiment proche abritant des réservoirs est endommagé et 1 000 L d'hydrocarbures ont également été perdus dans l'accident. Une 3e cuve, vide lors des faits, a également été détruite. Les bassins de confinement de la décharge n'ont pas pu arrêter la masse de liquide. D'importants moyens en hommes et en matériels interviennent (115 pompiers…) vers 6h15 ; des experts en chimie et en biologie sont mobilisés. D'importants moyens sont mis en œuvre pour protéger la population et la ressource en eau potable.

Des protections auraient également été mises en place au niveau des stations d'essence pour écarter tout risque d'explosion. Les dommages matériels s'élèvent à plusieurs millions d'euros. L'accident, qui pourrait résulter d'une défaillance technique, n'a pas fait de victime.

Un ruisseau gelé proche a été pollué. L'évacuation des masses de boue prendra plusieurs jours. La remise en état des installations prendra plusieurs mois.

N° 31000 08/11/2005 Allemagne - 00 - Rhadereistedt

8.22 - Traitement et élimination des déchets dangereux

Dans un site de production de biogaz par valorisation de déchets organiques, une émanation de sulfure d'hydrogène (H_2S) tue trois employés et un conducteur de camion venu décharger des déchets issus d'un abattoir. Une personne sérieusement intoxiquée est hospitalisée. La concentration extrêmement élevée en H_2S dans le hall complique l'intervention des pompiers dont une dizaine souffrira d'intoxication plus ou moins légère. Une longue aération (plus de 24 heures) sera nécessaire avant d'autoriser l'accès au bâtiment. Arrivé le soir, le camion en provenance des Pays-Bas stationne devant l'établissement jusqu'au lendemain matin. Le drame se produit alors que le chargement du camion est déchargé à l'intérieur d'un hall fermé pour limiter les nuisances olfactives, dans une fosse de 100 m³ équipée de deux agitateurs et dont le couvercle ne peut être fermé en raison de la défaillance du moteur électrique qui l'actionne. Les matières déchargées, déchets liquides chargés en sulfures, de pH proche de 8,5 et d'une température de 60 °C, sont des boyaux et des viscères de porc ; elles avaient été chargées 24 heures plus tôt et étaient analogues aux déchets habituellement livrés une à deux fois par semaine par l'établissement d'origine. La réaction entre ces substances et les matières déjà présentes dans la fosse (déchets animaux ou de laiteries, de pH peu élevé d'après les analyses effectuées après l'accident) serait à l'origine d'un fort dégagement d'H_2S. La température du milieu et le fonctionnement de l'agitation auraient favorisé la dispersion du gaz toxique dans le hall de déchargement. Par ailleurs, le dispositif d'extraction situé en fond de fosse qui rejette l'air vicié à l'extérieur via *un biofiltre se serait montré insuffisant. Une enquête est effectuée.*

N°ARIA 28974 01/01/2001 – Achères (78)

7.00 – Collecte et traitement des eaux usées

À la suite de l'entretien au moyen d'un chalumeau d'un joint bitumé, à la base du toit d'un décanteur (de 20 m de diamètre et de 3 m de haut) d'une station d'épuration, une explosion se produit.

Une surpression se crée à l'intérieur du décanteur et projette à plusieurs mètres une dalle de béton qui était posée sur le toit. Après étude du phénomène, la présence d'oxygène dans les atmosphères de tous les décanteurs ou stockeurs prouve l'existence d'une ATEX[1].

C'est certainement la flamme du chalumeau utilisé par l'ouvrier qui est à l'origine de l'inflammation de l'ATEX ; il a suffi qu'elle soit présente pendant une des phases où la surpression interne permettait cette décharge ; l'ATEX s'enflamme et la flamme se propage à l'intérieur de

[1] Atmosphère explosive.

l'ouvrage, avec la production d'une surpression suffisante pour décoller la dalle de béton, rompre le matériau d'étanchéité bitumé et projeter la dalle. La seule façon d'empêcher la formation d'ATEX consisterait à assurer un débit d'air suffisant pour diluer le biogaz dégagé jusqu'à une teneur suffisamment faible.

N° 15747 30/07/1985 – Saint-Fons (69)

37.00 – Collecte et traitement des eaux usées

Lors d'un contrôle inopiné, un technicien d'un organisme extérieur est gravement intoxiqué, sans doute par des émanations d'hydrogène sulfuré, après avoir pénétré à l'insu de l'exploitant dans les égouts d'une station d'épuration industrielle. Un 2^{e} technicien est intoxiqué à son tour en tentant de lui porter secours. Les deux personnes seront sauvées d'extrême justesse.

1.2. Analyse des défaillances

Il ressort du recensement sur le retour d'expérience que la plupart des accidents qui se sont produits concernent des incendies et que, dans la majorité des cas, leurs causes n'ont pas pu être identifiées de manière certaine. L'évolution tend vers des accidents mieux maîtrisés et par voie de conséquence aux effets moindres sur et hors site.

À la lecture de ces éléments, il est possible d'établir une liste des incidents se produisant le plus fréquemment sur les installations de tri et de valorisation des déchets.

L'accident le plus fréquent est l'incendie. La plupart des accidents recensés relèvent de la zone de stockage. Sur les cas relevés, aucun impact notable sur l'environnement n'a été enregistré. Les effets secondaires ont été la plupart du temps restreints. Les seules conséquences des incendies à l'extérieur des installations de méthanisation sont liées à la formation de nuages de fumées résultant de la combustion des déchets. L'intervention des pompiers a été sollicitée lors de ces incendies de centres de transfert.

Parmi les incidents répertoriés dans les installations de méthanisation des déchets, on note également :
– une fuite sur le réservoir de stockage et/ou sur le réseau de distribution du biogaz ;
– une fuite suite à la réalisation de travaux sur les lieux de stockage et/ou de distribution du biogaz ;
– l'émission accidentelle d'H_2S notamment dans les fosses de mélanges des déchets ;
– une pollution des eaux causée par un rejet d'effluents ;
– le débordement des systèmes d'épuration ou de contrôle des eaux pluviales suite à des événements pluvieux exceptionnels, à des défaillances des équipements en cas d'apport massif d'eaux d'extinction d'incendie ;
– la découverte dans les déchets à trier de produits dangereux susceptibles de porter atteinte à la santé du personnel.
L'analyse des événements indique que peu d'accidents relatifs au stockage du biogaz sont survenus au cours de la dernière décennie en France. La majorité des accidents ont comme origine une fuite du réservoir de stockage ou du réseau de distribution.

De la synthèse des accidents survenus dans les installations de méthanisation, il est possible de mettre en lumière les principales dérives suivantes relatives aux installations de méthanisation.

• Émission accidentelle d'H_2S notamment dans les fosses de mélanges des déchets
L'information et la formation des employés aux dangers de l'H_2S ne sont pas à négliger : procédures d'intervention en atmosphère toxique, travail en milieu confiné, contrôle de l'atmosphère, port d'équipement de protection individuelle.

• Débordement du méthaniseur

Ce type d'incidents se produit assez régulièrement en Allemagne (estimation de trois à quatre fois par an). Il peut être dû à une accumulation de sables, par exemple. Ce risque peut être maîtrisé par :

– le procédé de production de boues avant leur digestion qui permet un certain contrôle de leur qualité (notamment dessablage des effluents) ;

– le brassage des digesteurs au biogaz ;

– le système d'alimentation du digesteur (vasque avec trop-plein) assure de façon passive un niveau constant dans le digesteur.

• Gel des soupapes du méthaniseur

Il est plusieurs fois arrivé que les soupapes d'un méthaniseur gèlent et ne soient donc plus en état de fonctionner. Le non-fonctionnement d'une mesure de maîtrise des risques (soupape par exemple) doit être pris en compte dans l'analyse des risques de l'installation.

• Surpression interne dans le méthaniseur

Des événements ont impliqué la formation d'une surpression interne responsable du déversement à l'extérieur du contenu du méthaniseur. Dans l'un des cas, des matières plastiques s'étaient accumulées à l'intérieur du méthaniseur jusqu'à former une couche étanche à la surface de la phase liquide. La réaction de fermentation s'est poursuivie sous cette couche. La surpression engendrée par cette accumulation est responsable de l'éclatement du méthaniseur, avec l'émission de projectiles et l'épandage des matières présentes. Les soupapes, situées en partie haute, sont inutiles pour prévenir ce type d'incident. Ce risque peut être maîtrisé par :

– le procédé de production des boues avant leur digestion qui empêche l'accumulation de matières plastiques (notamment dégrillage des effluents à 6 mm et floculation) ;

– le brassage des digesteurs au biogaz.

• Envol de la membrane souple d'un méthaniseur industriel

La membrane souple d'un méthaniseur industriel (équipé d'une membrane simple) s'est envolée libérant ainsi le biogaz stocké à l'intérieur. Une violente tempête a provoqué la sortie du boudin de fixation de sa gorge et donc l'envol de la membrane. Cet événement est à considérer pour les gazomètres qui doivent être dimensionnés pour des vents de 150 km/h.

2. Retour d'expérience issu d'industriels français

L'Ineris a reçu le retour d'expérience de deux exploitants de stations d'épuration françaises : le Siaap et un industriel français.

2.1. Retour d'expérience issu de la collecte de données du Siaap

Une note sur l'accidentologie du Siaap relative au biogaz (réf : 01-DIG-FID-010 du 05/01/2010) rassemble 19 événements sur des installations biogaz.

La présente synthèse de l'accidentologie liée au biogaz rassemble les principaux éléments de références relatifs aux canalisations enterrées, aériennes et aux installations de biogaz. Différents événements ont conduit le Siaap à renforcer l'analyse des accidents au sein de ses usines :

– plusieurs déboîtements de joint « Viking » ou rupture de canalisations à la suite de travaux de terrassement dont les conséquences s'étendent de la fuite isolée, à une fuite suivie d'une explosion ou d'un feu torche ;

– plusieurs explosions à la suite de la fermentation de boues dans des zones mortes ;

– nombreuses fuites de biogaz ou d'entrée d'air par les circuits en dérivations (purges, évents…) des réseaux principaux.

L'analyse de l'accidentologie interne du Siaap et externe montre que les événements initiateurs ou redoutés pris en compte lors des analyses de risques (dans le cadre des études de dangers ou de l'évaluation des risques liés aux procédés) sont dans la majeure partie des cas plausibles, car avérés comme le démontrent les cas suivants :

– corrosion/déboîtement de tuyauterie : cinq incidents répertoriés ;

– rupture lors de terrassement : deux incidents répertoriés ;

– fuite dans local/zone confinée, en particulier lors des opérations de purge : nombreuses anomalies et quatre incidents ;

– impact de la foudre : deux incidents répertoriés ;

– défaut en stockages (gazomètre/sphère) entrée d'air et fuite : trois incidents répertoriés.

2.2. Retour d'expérience issu de la collecte de données d'un industriel français

Un industriel français (station d'épuration) a transmis à l'Ineris un recueil de données d'incidents et d'accidents (sur l'année 2011) sur la filière de méthanisation (avec indication du scénario, de ses causes, de ses conséquences et des mesures existantes et correctives mises en place par l'exploitant). Au total, 12 événements ont été recensés en 2011 :

– fuite de biogaz sur bride d'une vanne manuelle située en amont de la torchère ;
– fuite de biogaz par les gardes hydrauliques des filtres à l'aspiration des compresseurs ;
– fuite de biogaz aux soupapes des digesteurs à la suite d'une perte d'utilités (air/instrumentation) ;
– chute de pression des dômes des digesteurs ;
– pannes répétées sur l'automate de sécurité ;
– fuite de biogaz au niveau du raccord de la tête de manomètre ;
– fuite de biogaz sur la torchère à l'arrêt ;
– fuite de biogaz suivant le déclenchement accidentel de l'arrêt d'urgence de l'automate de sécurité ;
– fuite de biogaz à l'atmosphère au niveau d'une canne de brassage de digesteur ;
– fuite de biogaz dans l'atmosphère au niveau d'un raccord fileté ;
– détérioration du réfractaire de la torchère ;
– problème de pression d'air pilote des vannes de sécurité du réseau biogaz.

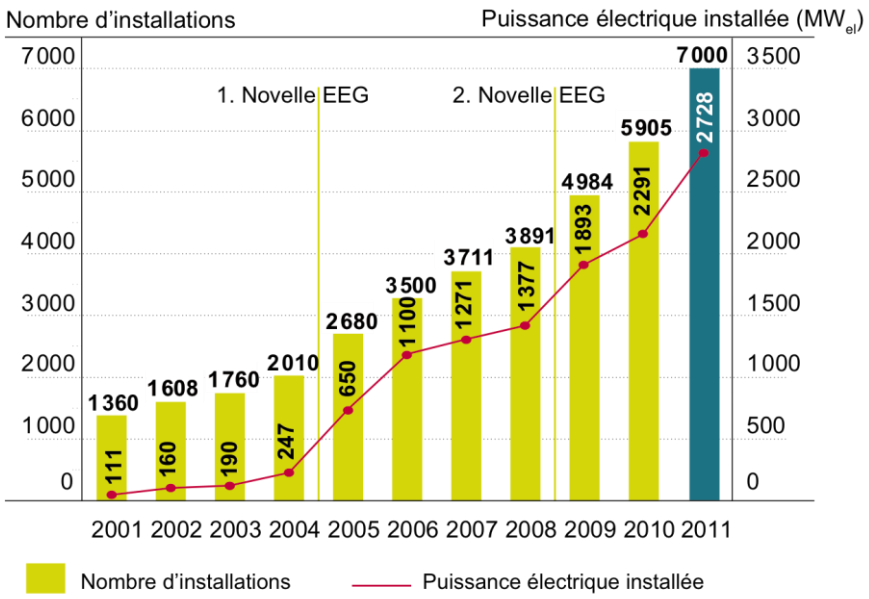
3. Retour d'expérience en Allemagne

En France, la méthanisation est orientée vers la production du compost et du biogaz à partir de déchets organiques, contrairement à l'Allemagne où la majorité de la production du biogaz est issue de cultures énergétiques.

Les installations allemandes se sont développées rapidement en particulier depuis l'application de la loi sur les énergies renouvelables (EEG) entrée en vigueur en 2000 qui a été ensuite modifiée en 2004 et 2008. Les installations allemandes ont pu notamment bénéficier d'un tarif d'achat incitatif de l'électricité produite à partir du biogaz.

Dès 2004, une prime aux cultures énergétiques de 6 c€/kWh a également été créée en Allemagne. Ce qui explique la forte motivation des nombreux fermiers d'investir dans cette nouvelle technologie et à accélérer le développement de cette filière en Allemagne.

5 905 installations de méthanisation agricole ont ainsi été recensées en 2010 pour une puissance de 2 291 MW *(figure 1)*. Cette puissance aurait atteint 2 900 MW pour plus de 7 000 unités de méthanisation en 2011.



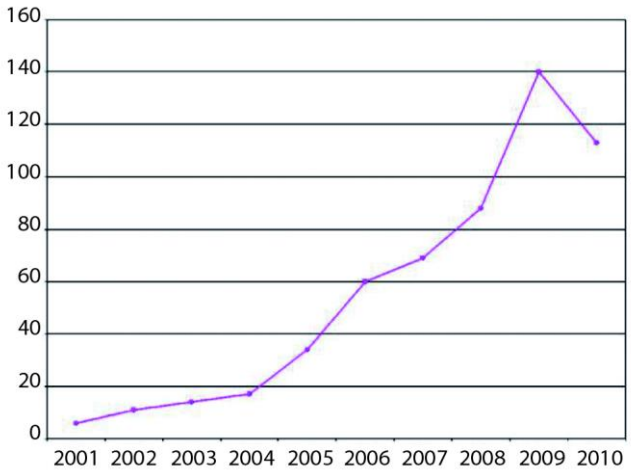
Source : Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).
Figure 1. Développement des installations produisant du biogaz en Allemagne

3.1. Inventaire des incidents/accidents recensés dans la littérature

En Allemagne, il existe une base de données intitulée Zentralen Melde- und Auswertestelle für Störfälle und Störungen in verfahrenstechnischen Anlagen (ZEMA) gérée par le ministère fédéral de l'Environnement qui recense les incidents ou accidents soumis à déclaration obligatoire selon l'ordonnance sur les accidents majeurs 12. BImSchV conformément à l'annexe VI depuis 1993.

Dans cette base de données, deux incidents relatifs à la filière de la méthanisation sont enregistrés [3-7]. La majorité des incidents identifiés dans ce rapport sont issus de témoignages, de démarches volontaires, notamment d'associations locales contre l'implantation d'installations de biogaz [8], confortées par des rapports des services d'intervention et de secours, des rapports de la police locale, des enquêtes publiques et des informations de la presse.

Pourtant pour la plupart des cas, la cause de ces sinistres reste inconnue, voire imprécise ou contradictoire selon les avis d'experts (expertises au nom des assureurs ou expertises au nom des propriétaires). Il en ressort qu'il est souvent difficile de connaître avec précision l'événement initial du scénario accidentel. Cette base de données « ZEMA » est loin d'être exhaustive si on la compare avec la base de données du LSV (organisme d'assurance sociale agricole en Allemagne, *figure 2*) qui a recensé jusqu'à 140 accidents en 2009 (ce qui représente presque 3 % des installations de méthanisation en Allemagne).



Source : Landwirtschaftliche Sozialversicherung (LSV) Breich Prävention.
Figure 2. Nombre des accidents sur des installations produisant du biogaz en Allemagne

Pour les différents accidents répertoriés (proches de configurations relatives à la méthanisation), sont recensés en annexes quelques accidents survenus dans des installations de méthanisation en Allemagne ayant entraîné un départ de feu, une explosion ou un rejet toxique (H_2S) dans des unités de méthanisation.

Les principales causes d'incendie et d'explosion sont les sources d'inflammation électriques (installations défectueuses…), les échauffements mécaniques et les travaux par points chauds (opérations de soudage, en particulier en période d'arrêt de l'installation…). De cette liste d'identification des sources d'inflammation, on peut constater la similitude avec les sources d'inflammation les plus fréquentes en ce qui concerne l'inflammation d'atmosphères explosibles (mécanique, électrique, points chauds).

3.2. Constat de la commission de sécurité KAS sur la sécurité des installations de biogaz en Allemagne

La commission pour la sécurité des installations auprès du ministère fédéral allemand de l'Environnement, de la Protection de la nature et de la Sécurité nucléaire constate dans son avis technique « Sécurité dans les installations de biogaz » [9] en 2009 que les installations de méthanisation ont souvent des défaillances concernant la conception, la construction et l'exploitation.

En outre, ils constatent que 80 % des installations contrôlées (159 installations au total) présentent des défauts importants. Les défauts les plus fréquemment constatés concernent le domaine de la protection contre l'explosion, de la conception des composants et de la conception des sorties de secours et de sauvetage.

Notamment, ils constatent dans le rapport KAS-12 :

– des zonages ATEX inadéquats/ou non documentés ;

– des installations et équipements anti-explosion incomplets ou manquants et un manque de contrôles ;

– un mauvais dimensionnement des composants, tels que des essais insuffisants de résistance des gazoducs et des films sur le fermenteur, des joints défectueux, des garanties de surpression insuffisantes ;

– un non-respect de la distance de sécurité entre le lieu de stockage de gaz et la cogénération ;

– un manque de protection contre les explosions dans le domaine de la fosse de réception ;

– un manque de système de protection contre la foudre ;

– des plans manquants ou non coordonnés avec le service d'intervention ;

– la formation inadéquate du personnel ;

– l'utilisation de substances pour lesquelles le système n'est pas conçu (par exemple les déchets avec des propriétés dangereuses, avec dégagement d'H_2S lors des mélanges de substrats selon des processus biologiques activés par des bactéries sulfatoréductrices).

En outre, il est constaté qu'il y a quatre différents procédés législatifs pour obtenir une autorisation et que la plupart des installations de méthanisation existantes ne sont pas concernées par cette réglementation.

L'association Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Agence pour les ressources renouvelables) publie dans un rapport en 2010 « Biogas Basisdaten Deutschland [10] » (Biogaz – Données de base pour l'Allemagne) une probabilité d'occurrence de 1,2 incident par 10 kW_{el}/an. Cette valeur inclut tous les incidents techniques et est issue d'une étude réalisée sur 31 installations entre 2004 et 2005 [11].

L'évaluation des incidents montre que les unités fonctionnelles telles que :

– les centrales de cogénération ;

– les systèmes d'injection des solides ;

– les pompes, les tuyaux et des vannes ;

– et les agitateurs,

sont particulièrement vulnérables (863 incidents sur 1 168 incidents analysés), ce qui implique des défaillances sur la sécurité du système (perte de confinement, fuites…).

Conclusion

L'Ineris a procédé à une étude du retour sur expérience à partir de bases de données publiques, d'informations recueillies auprès du réseau biogaz et d'éléments plus détaillés fournis par deux industriels français.

De façon semi-quantitative et d'une manière générale, les procédés de méthanisation de la biomasse et des déchets génèrent différents risques accidentels (et par extension sanitaires et environnementaux) notamment au cours des phases d'exploitation et/ou de maintenance. Les principaux phénomènes dangereux à considérer sont classés par ordre de priorité en terme de probabilité d'occurrence : les incendies, les explosions, l'émission imprévue de toxiques gazeux (H_2S).

Un groupe de travail européen a été initié et piloté par EU-VRi et Ineris en 2011, sur le thème de la sécurité du biogaz et de la réglementation, avec l'objectif d'accompagner le déploiement de la filière du biogaz en Europe de façon propre et sûre. Il peut s'appuyer sur l'utilisation d'outils d'évaluation des risques développés dans le cadre du projet européen INteg-Risk *(Early Recognition, Monitoring and Integrated Management of Emerging, New Technology Related Risks)* et adaptés à la filière de la méthanisation afin de :

– identifier et caractériser les risques émergents liés au développement des procédés de production du biogaz en Europe ;

– sensibiliser les décideurs et les gestionnaires de risques à ces risques émergents ;

– fournir des documents de référence pour améliorer la sécurité des procédés mettant en œuvre du biogaz ;

– créer le partage du retour d'expérience au sein du réseau européen du biogaz ;

– contribuer à l'élaboration d'une stratégie européenne de gestion des risques émergents relatifs à la mise en œuvre du biogaz.

Des dangers sont certes existants de par la composition du biogaz, ce qui est attesté par le retour d'expérience, mais les conséquences sur les populations et l'environnement restent limitées. Il existe un levier d'action de maîtrise des risques par la prise en compte d'une démarche rigoureuse de prévention en respect de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) – arrêtés méthanisation, dossier d'autorisation d'exploiter (DAE) – et la réglementation ATEX (document relatif à la protection des personnes exposées ou DRPCE) :

– axer la démarche de maîtrise des risques sur une sécurisation du procédé en amont, dès la conception des installations, accompagnée de la mise en place de barrières techniques et humaines de sécurité ;

– contrôler régulièrement la fiabilité de ces barrières de sécurité (techniques et organisationnelles) pour garantir leur bon fonctionnement sur le long terme (entretien et maintenance) ;

– prendre conscience de situations à risque lors des phases d'intervention dans des digesteurs, dans des locaux contenant des canalisations de biogaz (travaux par points chauds, maintenance…), et les phases transitoires (démarrage d'installation, mise à l'arrêt) ;

– mettre en place des sessions de formation des exploitants aux risques liés à la mise en œuvre du biogaz afin que les mesures de sécurité soient convenablement comprises et appliquées.

Les travaux suivants, portant sur la sécurité des installations de méthanisation, doivent permettre d'améliorer le niveau de sécurité de la filière méthanisation :

– rédaction d'un cahier des clauses techniques et générales applicables aux marchés publics de travaux de construction d'installations de méthanisation et/ou de compostage de déchets ménagers et autres déchets non dangereux – Fédération nationale des activités de dépollution et de l'environnement (Fnade), constructeurs, exploitants, bureaux d'études, Méthéor, Ineris ;

– note de l'INRS sur la méthanisation en milieu agricole « risques et prescriptions de sécurité intégrant les bonnes pratiques en phase de conception, l'entretien et la maintenance des équipements et des dispositifs de sécurité ;

– projet de création d'un groupe de travail « conception des lieux et situations de travail » pour l'élaboration d'un document sur la conception d'une installation de méthanisation/compostage – INRS avec présence de l'Ineris ;

– rédaction en cours d'un guide professionnel relatif aux canalisations dédiées au transport du biogaz – Club Biogaz/ATEE, Ademe, Ineris, Medde, BE, GDF, GrDF, Siaap, Sita Bio-Énergie, Syplast…

Bibliographie

Références citées dans l'article

[1]Retour d'expérience relatif aux procédés de méthanisation et à leurs exploitations réalisé en 2012 pour le Medde (Etude Ineris Ref : DRA-12-117442-01013A), dans le cadre du programme d'appui de l'Ineris auprès de la DGPR/MEDDE sur les risques liés aux procédés de méthanisation de la biomasse et des déchets.

[2] Kommission für Anlagensicherheit, Merkblatt Sicherheit in Biogasanlagen, KAS-12, 06/2009; www.kas-bmu.de/index.htm

[3] ZEMA: www.infosis.uba.de/index.php/de/zema/index.html

[4]http://buergerinitiative-kreuzkrug.de/index.php?option=com_content&view=article&id=25&Itemid=26

[5] www.freetz.de/biogasanlagen_unfaelle.html

[6] www.biogasanlagepfuhl.de/Gefahren.html

[7] www.lebenswertes-ratzenried.de/stoerfaelle.html

[8] http://biogasanlagen-versus-anwohner.de

[9] Kommission für Anlagensicherheit, Merkblatt Sicherheit in Biogasanlagen, KAS-12, 06/2009 ; www.kas-bmu.de/index.htm

[10] Biogas Basisdaten Deutschland 2010, www.biomassehof-achental.de/tl_files/images/bioenergie_region/vortraege_infomaterial_sonstiges/Basisdaten_Biogas.pdf

[11] Erfassung und Analyse von Defiziten an landwirtschaftlichen Biogasanlagen FKZ : 22012804 ; www.nachwachsende-rohstoffe.de

Autres références

Arrêté du 10 novembre 2009 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de méthanisation soumises à déclaration sous la rubrique n°2781-1 (NOR : DEVP0927295A), version avec l'annexe publiée au *BO* du MEEDDM le 10 décembre 2009.

Arrêté du 10 novembre 2009 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation. NOR : DEVP0920874A, en application du titre I^{er} du livre V du Code de l'environnement.

Arrêté du 12 août 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2781-1. NOR : DEVP1020761A.

Guide de bonnes pratiques « Règles de sécurité des installations de méthanisation agricole » réalisée pour le Ministère de l'Agriculture (Etude Ineris Ref : DRA-09-103637-084077A).

Annexe

Quelques accidents relatifs aux installations de méthanisation en Allemagne

Date/Lieu	Installation concernée	Type du sinistre	Cause du sinistre/Blessés/Dommages
03/2005 Lieu : inconnu	Bâtiment d'exploitation	Déflagration	Fuite dans le bâtiment suite à un manque de liquide d'isolation dans un condenseur et déflagration avec une défaillance électrique Dommage : 1 M€
05/11/2005 Rhadereistedt	Installation de biogaz pour les déchets végétaux, mais aussi déchets animaux et déchets alimentaires	Rejet prolongé : H_2S	Mélange des déchets produits laitiers et animaux avec faible pH avec le porcin du mucus de l'intestin grêle et pH à 60 °C provoque une forte libération d'H_2S. Gaz toxique libéré à cause d'un couvercle ouvert dans la salle de réception et d'une trop faible ventilation Quatre morts, un blessé grave, dix pompiers blessés
21/01/2006 Deiderode	Fermenteur	Éclatement de fermenteur	Interaction entre erreurs de la planification et de la réalisation Dommage : 10 M€
16/12/2007 Daugendorf	Fermenteur	Déflagration	Déflagration a eu lieu après démarrage de l'installation Destruction d'installation, dommages aux biens : 1,5-2 M€. La biomasse dans le fermenteur a été projetée par l'énergie de l'explosion jusqu'à 200 mètres autour de l'installation. Plusieurs équipements de construction ont été gravement endommagés. Des bâtiments proches ont été détruits en partie. 700 L de fioul se sont écoulés d'un réservoir
09/01/2010 Kölleda	Fermenteur	Incendie	Une vanne congelée a dû être ouverte avec un décapeur thermique : cette procédure a enflammé la bâche du fermenteur Dommage : 50 k€
12/01/2010 Leutkirch	Local technique	Incendie	Cause du sinistre : pas de données exploitables Un pompier légèrement blessé Dommage : 130 k€
15/03/2010 Großkayna	Réservoirs à lisier	Déflagration	Cause du sinistre : défaut technique 14 000 m^3 de lisier s'écoule sur 2 km^2 Dommage : non identifiés

08/04/2010 Jever	Local technique des pompes	Incendie	Défaut technique de l'alimentation électrique Dommage : < 1 M€
11/04/2010 Sohlingen	Fermenteur	Incendie	Travaux de soudage pendant la construction Dommage : non identifiés
03/06/2010 Halsbek	Local technique générateur	Incendie	Défaut technique Dommage : non identifiés
28/06/2010 Schwandorf	Tapis roulant pour le transport de la biomasse	Incendie	Défaut technique Dommage : 150 k€
24/07/2010 Oberschweibern	Armoire électrique	Incendie	Défaut technique Dommage : 20 k€
24/09/2010 Eichenried	Fermenteur	Déflagration et Incendie	Cause du sinistre : pas de données exploitables Un blessé grave et un blessé léger Dommage : 200-300 k€
30/09/2010 Bad Wörishofen	Poste de transformation électrique	Incendie	Cause du sinistre : pas de données exploitables Dommage : non identifiés
03/11/2010 Oberwertach/ Feldkirchen	Moteur thermique	Incendie	Cause du sinistre : pas de données exploitables Dommage : 5 k€
06/12/2010 Nidderau-Ostheim	Fermenteur	Déflagration et incendie	Travaux de soudage provoquant une déflagration Deux blessés Dommage : non identifiés
13/08/2010 Nordstetten/ Villingen	Charpente de l'installation	Incendie	Cause du sinistre : pas de données exploitables Dommage : 100 k€
29/01/2011 Düngstrup	Local technique	Incendie	Défaut technique du générateur Dommage : 200 k€
31/01/2011 Senftenberg	Filtre	Incendie	Suspicion d'incendie criminel Dommage : non identifiés
05/02/2011 Karft bei Wittendörp	Fermenteur	Incendie	Incendie près d'une vanne d'admission, mais pas des données exploitables Dommage : non identifiés
09/02/2011 Gangelt	Local technique de moteur	Incendie	Isolation thermique de local technique qui a pris feu Dommage : non identifiés
28/02/2011 Lauchhammer	Séchoir	Incendie	Cause du sinistre : pas de données exploitables Dommage : 150 k€

Date / Lieu	Installation concernée	Type du sinistre	Cause du sinistre/ Blessés/ Dommages
05/03/2011 Allershofen	Local technique	Incendie	Cause du sinistre : non identifiés Dommage : 200 k€
15/03/2011 Güterglück	Fermenteur	Déflagration et incendie	Cause du sinistre : pas de données exploitables Dommage : 50 k€
07/04/2011 Campen	Local technique	Incendie	Une défaillance technique Dommage : 250 k€
10/04/2011 Quarnstedt, Gartow	Local technique	Incendie	Une défaillance technique Dommage : 100-50 k€
05/06/2011 Seeth	Local technique transformateur	Incendie	Une défaillance technique Dommage : non identifiés
11/06/2011 Güstrow	Filtre dans la partie traitement du gaz	Incendie	Inflammation du charbon dans le filtre actif au charbon Dommage : non identifiés
25/07/2011 Lauchhammer	Fermenteur	Déflagration	Déflagration dans le fermenteur pendant des travaux de nettoyage Un mort, un blessé Dommage : non identifiés
01/08/2011 Eggeloge	Tuyau	Déflagration	Cause du sinistre : pas de données exploitables Deux soudeurs grièvement blessés Dommage : non identifiés
11/08/2011 Dassel-Relliehausen	Générateur	Incendie	Défaillance technique Dommage : non identifiés
14/09/2011 Schnega	Sécheur	Incendie	Défaillance technique de la ventilation Dommage : 250 k€
20/07/2011 Erkheim	Réservoir de stockage de fumier	Incendie	Une défaillance technique provoque des étincelles qui ont enflammé la couverture en plastique au-dessus du réservoir de stockage Dommage : non identifiables

Résumé
S. EVANNO, B. WEINBERGER
Retour d'expérience relatif aux procédés de méthanisation et à leurs exploitations
L'enjeu de la maîtrise des risques et de la pérennité de la filière méthanisation dans un contexte de transition énergétique est d'améliorer une culture des risques accidentels, sanitaires et environnementaux, inégale selon les exploitants.
Le rôle de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) est d'accompagner le développement de la filière de méthanisation en toute sécurité et maîtrise des risques. Il s'agit d'assister les exploitants dans la prise de conscience et la gestion des risques accidentels et des impacts environnementaux associés à ces installations. Ce document permet de recueillir des retours d'expérience d'installations et leur niveau de maîtrise des risques et identifie des situations qui peuvent générer des difficultés en termes d'impacts accidentels, sanitaires et environnementaux.
L'Ineris a réalisé en 2012 pour la direction générale de la prévention des risques (DGPR) du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (Medde) une analyse du retour d'expérience spécifique aux accidents relatifs aux procédés de méthanisation afin de pouvoir l'exploiter ensuite dans l'identification des principaux scénarios accidentels.
Malgré le grand nombre d'incidents et quelques accidents dans le secteur agricole avec des installations de méthanisation en Allemagne, il a été difficile d'obtenir des informations publiques sur les causes des incidents et leurs déroulements.
Après des échanges avec divers acteurs de la filière biogaz en Allemagne, on constate une difficulté à obtenir de leur part ce type d'informations, probablement pour défendre les intérêts particuliers du développement de la filière de la méthanisation.
D'une manière générale, les procédés de méthanisation de la biomasse et des déchets génèrent différents risques accidentels (et, par extension, sanitaires et environnementaux), notamment au cours des phases d'exploitation et/ou de maintenance.
Les principaux phénomènes dangereux à considérer sont respectivement les incendies, l'émission imprévue de toxiques gazeux (H_2S) et les explosions qu'il convient de maîtriser afin de rendre le développement de cette filière sûr et pérenne par une évaluation des risques réalisée par le porteur du projet ou par l'exploitant accompagné par un organisme compétent.
Il est donc nécessaire d'assurer, en fonction de la biomasse utilisée, la protection contre l'explosion des gaz inflammables (CH_4, CO, H_2S et H_2), la protection contre les incendies et la protection contre l'émission de toxiques gazeux (notamment l'H_2S).

Abstract
S. EVANNO, B. WEINBERGER
Lessons learned from accidental feedback on the process of digestion
The issue of risk management and sustainability of the sector in the context of anaerobic energy transition is to improve the accidental risks culture, health and environmental uneven operators.
The role of Ineris is to support the development of the biogas sector in a safe and risk management. This is to assist operators in the awareness and management of accidental risks and environmental impacts associated with these facilities.
For this purpose, Ineris conducted in 2012 for the Directorate General for Risk Prevention (DGPR) of the Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy (Medde) an analysis of feedback specific processes related accidents biogas so that it can then operate in the identification of major accident scenarios. This analysis of the feedback focused on France and Germany.
Despite the large number of incidents and several accidents in the agricultural sector with biogas plants in Germany, it was difficult to get public information on the causes of incidents and sequences of events.
After discussions with various actors in the biogas sector in Germany, there is a difficulty in obtaining their share this type of information, presumably to defend the interests of the development of the anaerobic pathway.
Generally the process of anaerobic digestion of biomass and waste generate different accident risks (and health and environmental in extenso) especially during phases of operation and/or maintenance.
The main hazards to consider are respectively fires, toxic gas emission unexpected (H_2S) and it must be controlled explosions to make the development of this sector and sustainable secure a risk assessment carried out by the holder project or the operator accompanied by a competent body.
It is therefore necessary to ensure, according to the biomass used, protection against explosion of flammable gases (CH_4, CO, H_2S and H_2), protection against fire and protection against the emission of toxic gases (including H_2S).