

Le mesurage du poste d'injection : fonctionnement et raison d'être



Le mesurage

du poste d'injection :

fonctionnement et raison d'être

La **chaîne de mesurage** désigne l'ensemble des équipements de mesure et de correction, des équipements de télétransmission et des systèmes ou procédures de calcul utilisés pour déterminer les quantités de gaz livrées sur un poste d'injection de biométhane, leurs caractéristiques et leur contenu énergétique.

Ce document a pour vocation d'expliquer le **mesurage**, ainsi que les enjeux et le cadre réglementaire à respecter concernant la qualité et l'odorisation du gaz injecté.

TABLE DES MATIÈRES

1 Pourquoi et comment contrôler la qualité du gaz injecté ?	3
1.1 Cadre réglementaire de la qualité gaz : biométhane	3
1.2 Enjeux relatifs à la qualité du gaz	3
2 La chaîne de comptage et ses appareils de mesure	6
2.1 Le compteur	6
2.2 Le convertisseur de volume	7
2.3 L'analyseur de gaz	7
2.4 Cadre réglementaire et normes régissant les appareils de mesure	9
3 Télétransmission des mesures et de contrôle-commande du poste d'injection	10
3.1 Système de télétransmission des données vers l'opérateur de réseau	10
3.2 Système de télétransmission des données vers le producteur de biométhane	11
3.3 Maintenance préventive de l'automate API/APS station du poste d'injection	11
3.4 Système de contrôle-commande pour piloter à distance le poste d'injection	11
4 Pourquoi et comment odoriser le gaz injecté ?	12
4.1 Enjeux relatifs à l'odorisation du gaz	12
4.2 Cadre réglementaire de l'odorisation du gaz	12
4.3 Description des systèmes d'odorisation	12
Glossaire	13

1. Pourquoi et comment contrôler la qualité du gaz injecté ?

Au sein du poste d'injection de biométhane, l'opérateur de réseau contrôle en continu les principaux paramètres de **qualité de gaz** afin de :

- Vérifier la conformité du gaz injecté par rapport aux **spécifications** définies dans les prescriptions techniques,
- Établir les grandeurs nécessaires à la **facturation** des clients.

1.1 Cadre réglementaire de la qualité gaz : biométhane

Les spécifications de qualité de gaz des opérateurs de réseau sont définies au sein des prescriptions techniques, élaborées conformément aux articles L.433-13, L.453-4 et R.453-8 du Code de l'Énergie. Les prescriptions techniques décrivent les caractéristiques physico-chimiques que doit respecter tout gaz injecté dans les réseaux.

Elles définissent les valeurs maximales acceptables par les opérateurs pour les concentrations des constituants et les paramètres physiques des gaz injectés sur le réseau de gaz. Ces spécifications sont consultables sur les sites internet des opérateurs.

Sans préjudice aux obligations qui pourraient être faites par la réglementation française, les valeurs limites des caractéristiques du gaz analysé doivent être conformes aux prescriptions techniques de l'opérateur de réseau.

Dans le cas de l'injection de biométhane, des dérogations peuvent être accordées, notamment sur la teneur limite de l'O₂, comme décrit dans les contrats d'injection de biométhane.

Le producteur met en place les moyens de contrôle pour garantir une qualité du gaz injecté conformément au contrat. L'opérateur réalise une vérification finale sur le poste d'injection. Les valeurs de l'opérateur font foi.

1.2 Enjeux relatifs à la qualité du gaz

Le tableau suivant précise les enjeux liés à chaque paramètre contrôlé en continu au sein des postes d'injection de biométhane. Cette liste est non exhaustive et d'autres paramètres peuvent être analysés en continu.

PARAMÈTRES	RISQUES
Indice de Wobbe	L'indice de Wobbe est défini comme le ratio entre le PCS du gaz et sa densité relative. C'est le paramètre caractérisant l'interchangeabilité des gaz : pour une pression déterminée, la quantité de gaz qui passe à travers un orifice (tel un brûleur d'installation domestique ou industriel) est inversement proportionnelle à la racine carrée de la densité : la quantité d'énergie qui passe par cet orifice est donc proportionnelle au pouvoir calorifique et inversement proportionnelle à la racine carrée de sa densité.

PARAMÈTRES	RISQUES
	<p>Un appareil à gaz alimenté par un gaz non conforme en indice de Wobbe peut générer une combustion incomplète avec risque de formation de monoxyde de carbone, soufflage de flamme ou retour de flammes dans le brûleur avec endommagement des internes.</p> <p>Un gaz non conforme en indice de Wobbe présente donc un risque pour la sécurité des personnes et des usages industriels.</p>
<p>Point de rosée eau / Teneur en eau</p>	<p>Le point de rosée eau est, pour une teneur en eau donnée au sein de la phase gazeuse, le couple pression/température auquel la première goutte de liquide apparaît. Le point de rosée eau maximum est défini par la réglementation Française et est de -5°C à la Pression Maximale de Service du réseau aval : il ne doit pas y avoir d'eau liquide présente à des températures de gaz supérieures à -5°C à la PMS du réseau.</p> <p>Les opérateurs utilisent la norme ISO 18 453 pour convertir le couple pression/température en teneur en eau (en mg/Nm³). Par exemple, une PMS de 5 ou 67,7 bara à une température de rosée de -5°C équivaut respectivement à une teneur en eau de l'ordre de 653 ou 50 mg/Nm³.</p> <p>Les risques associés à la présence d'eau liquide sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L'initiation de réactions de corrosion interne des canalisations, accélérées en présence de gaz acides et oxydant comme le CO₂, l'H₂S et l'O₂. ▪ La formation d'hydrates de gaz qui sont des cristaux affectant l'étanchéité et le bon fonctionnement des équipements tel que pilote de détente, clapet, compteur. ▪ Non-respect de la réglementation. <p>Un non-respect de la teneur en eau peut avoir des conséquences graves, allant de l'arrêt d'alimentation des clients par formation d'hydrates dans les équipements jusqu'à perte de confinement dans le cas de corrosion interne sévère.</p>
<p>PCS</p>	<p>Le PCS exprime l'énergie dégagée par la combustion d'un m³ de gaz. Il est calculé à partir de la composition du gaz suivant la norme ISO 6976, et exprimé selon des conditions de référence définies par la norme ISO 13443.</p> <p>Le PCS est utilisé essentiellement à des fins de facturation et la plage de PCS est définie par la réglementation, reprise au sein des Prescriptions Techniques de l'opérateur réseau.</p> <p>Ainsi l'injection d'un gaz non conforme en PCS conduit à un non-respect de la réglementation en vigueur. Par ailleurs, certaines applications industrielles peuvent utiliser le PCS pour réguler leurs équipements, un PCS en dehors des plages peut alors provoquer des dysfonctionnements de leur process.</p>
<p>Sulfure d'hydrogène (H₂S)</p>	<p>Le sulfure d'hydrogène est un gaz acide dont la teneur maximale est définie par la réglementation et également par les Prescriptions Techniques de chaque opérateur. L'H₂S est un gaz acide, accélérant fortement les réactions de corrosion. C'est également un poison notoire de catalyseurs utilisés par certains procédés industriels utilisant le gaz comme matière première. Par ailleurs, l'H₂S est un gaz toxique dont les Valeurs Limites d'Exposition sont très basses, nécessitant la mise en œuvre de système de détection et protection si nécessaire (détection fixe, portative). Enfin, l'H₂S est aussi un gaz odorant, produisant notamment des nuisances olfactives et contribuant à la pollution</p>

PARAMÈTRES	RISQUES
	<p>atmosphérique, par émission de d'oxydes de soufre à l'atmosphère et par son pouvoir réchauffant.</p> <p>Un non-respect de la teneur en H₂S peut ainsi avoir de multiples conséquences, accélérant notamment les cinétiques internes de corrosion en présence d'eau liquide et pouvant impacter la santé humaine et les process industriels. Un dépassement de la teneur en H₂S constitue également une non-conformité réglementaire.</p>
Oxygène (O ₂)	<p>L'oxygène est un composé oxydant, accélérant les réactions de corrosion des réseaux acier en présence d'eau liquide et générant également des réactions de sulfuration pour les réseaux de distribution en cuivre.</p> <p>Il peut par ailleurs impacter des clients sensibles tels que stockages souterrains et clients industriels utilisant le gaz comme matière première.</p> <p>Ainsi un dépassement de teneur en oxygène peut contribuer à accélérer les corrosions internes et endommager les installations sensibles en aval.</p>
Dioxyde de carbone (CO ₂)	<p>Le dioxyde de carbone est un gaz acide.</p> <p>Un gaz non-conforme en CO₂ contribue ainsi à l'accélération des vitesses de corrosion en présence d'eau liquide dans les canalisations. Une forte teneur en CO₂ peut aussi conduire à un dépassement d'indice de Wobbe, le CO₂ étant un gaz inerte ne contribuant pas au PCS.</p>
Odorisant (THT)	<p>Le THT est utilisé comme odorisant.</p> <p>Il est généralement injecté dans le biométhane au niveau du poste. Sa présence permet la détection d'une éventuelle fuite de gaz par son odeur caractéristique.</p> <p>Voir le §4 sur les dispositions mises en place et les risques en cas de non-conformité sur la teneur en THT relevée.</p>

2. La chaîne de comptage et ses appareils de mesure

La chaîne de comptage du poste d'injection comprend différents appareils de mesure qui télétransmettent les données de comptage et de qualité gaz aux systèmes informatiques (SI) de l'opérateur du réseau de gaz et du producteur de biométhane.

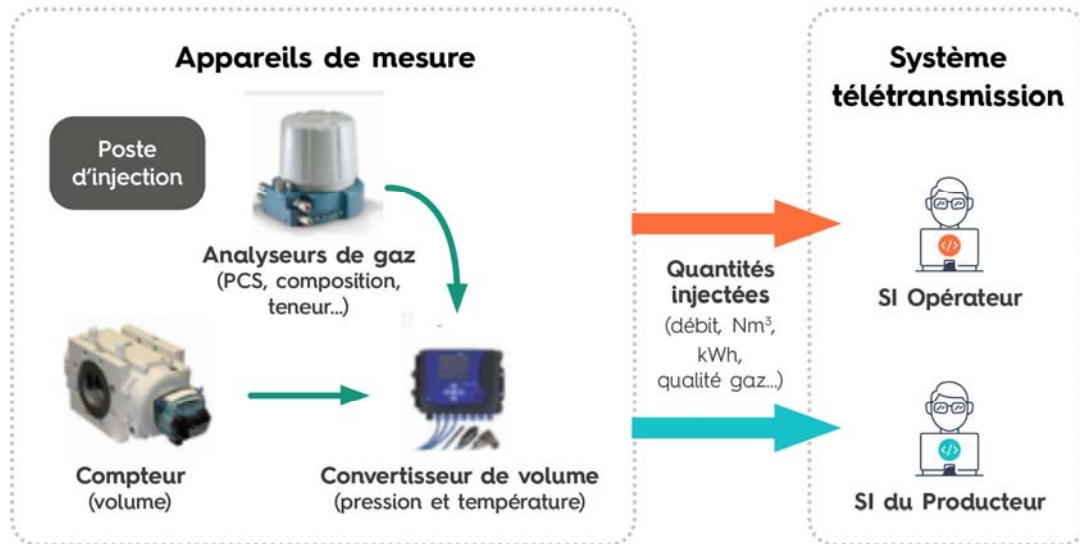


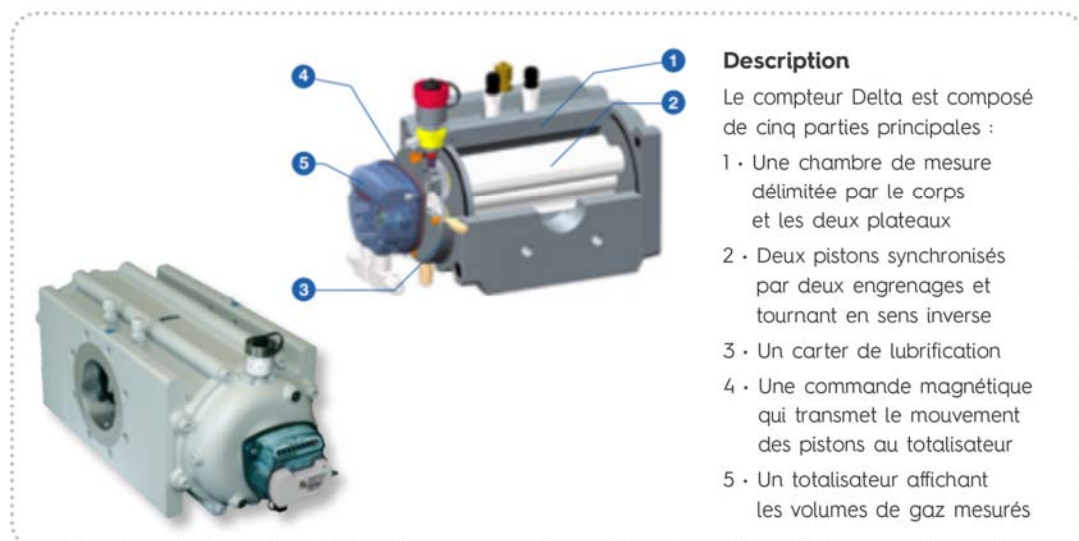
Schéma d'une chaîne de comptage installée sur un poste d'injection

2.1 Le compteur

Le **compteur** équipant le poste d'injection de biométhane est un compteur à pistons rotatifs.

→ *Fonctionnement*

Ce compteur volumétrique fonctionne sur le principe de la rotation de pistons qui emprisonnent et transmettent un certain volume de gaz au totalisateur. Ce compteur est peu sensible aux variations de régime d'écoulement mais nécessite la pureté du gaz pour éviter tout phénomène de blocage ou de dégradation de la mécanique de l'instrument.



Exemple du compteur Delta (Dresser Actaris Gas) avec un extrait de sa notice technique

→ **Conformité**

Il est conforme à la norme NF EN 12480.

→ **Vérification et surveillance**

Le compteur de gaz fait l'objet d'une vérification périodique quinquennale basée sur l'application de l'arrêté du 21 octobre 2010. Elle impose le contrôle du compteur sur un banc de débitmétrie pour vérifier sa conformité par un organisme vérificateur agréé (OVA). Lors de cette opération, le compteur peut être déposé pour vérification et remplacé par un autre compteur possédant les mêmes caractéristiques de fonctionnement et la même classe d'exactitude (1%).

2.2 Le convertisseur de volume

Le **convertisseur de volume** (ECV) est un ensemble constitué d'un calculateur électronique relié à une sonde de température et un transducteur de pression.

→ **Fonctionnement**

Il récupère les quantités mesurées par le compteur. Les données collectées par l'ECV (volume, pression, température) permettent de convertir les volumes mesurés aux conditions de base soit aux conditions normales de température $T_b = 0^\circ\text{C}$ et de pression $P_b = 1 \text{ atm}$.

Le calcul en énergie est ensuite réalisé soit en local soit au sein du SI de l'opérateur, en multipliant les volumes de base déterminés par les PCS associés et relevés localement.

→ **Conformité**

L'ECV est conforme à la norme NF EN 12405-1.

→ **Vérification et surveillance**

L'ECV fait l'objet d'une vérification réglementaire annuelle réalisée par un OVA. Cette vérification se fait selon l'arrêté du 5 août 1987, la circulaire du 29 novembre 1988 et conformément aux décrets du 9 juin 2016 et du 3 mai 2001.

2.3 L'analyseur de gaz

→ **Fonctionnement**

L'analyseur de gaz a deux fonctions :

- La fonction IDPC pour déterminer le PCS à des fins de facturation, soumis à vérification réglementaire.
- La fonction qualité gaz (analyse H_2S , O_2 , THT, CO_2 ...) non réglementaire pour vérifier la conformité aux prescriptions techniques.

→ **Description des analyseurs de qualité gaz**

Les contrôles en continu des paramètres de qualité gaz au sein des postes d'injection de biométhane reposent sur différentes techniques d'analyse en fonction de la génération de postes. La liste suivante présente des technologies d'analyse. Elle est donnée à titre d'exemple. D'autres solutions peuvent aussi être appliquées sur les postes :

- o **Techniques de chromatographie en phase gazeuse** : détermination du PCS et indice de Wobbe à partir de l'analyse compositionnelle du biométhane en CH₄, CO₂, O₂, N₂ par application de la norme NF EN ISO 6976. Cette technique est aussi utilisée pour le contrôle de l'odorisation et de la teneur en H₂S et COS.
- o **Techniques dites de corrélation pour la détermination du PCS et indice de Wobbe.** L'**analyseur à corrélation** repose sur des mesures physiques, conductivité thermique par exemple.
- o **Techniques de quartz vibrant** ou par sonde capacitive pour les hygromètres utilisés pour la mesure d'hygrométrie.
- o **Technique par puce Silicium** pour la mesure d'hygrométrie.

Ces techniques d'analyse sont sensibles à leur environnement : pression et débit d'échantillon, température échantillon et température ambiante, nature de l'échantillon analysé. Concernant ce dernier point, les analyseurs de type chromatographe et hygromètre à quartz vibrant sont sensibles en particulier aux présences de liquide et fortes teneurs en eau, ainsi qu'à la présence de poussières et autres solides¹.

→ **Conformité**

L'IDPC installé est choisi parmi ceux possédant un Certificat d'Examen de Type délivré par le Laboratoire National de métrologie et d'Essais (LNE). Des bouteilles de gaz étalon certifiées COFRAC ou équivalent, sont utilisées pour étalonner les analyseurs de l'IDPC.

→ **Surveillance**

Les analyseurs contrôlant la qualité du gaz intègrent des fonctionnalités leur permettant de signaler leur bon ou mauvais fonctionnement. En cas de dysfonctionnement mineur ou majeur, chaque opérateur de réseau engage une procédure qui lui est propre permettant de résoudre le problème et, en conséquence, de permettre ou non la poursuite de l'injection. Un ajustage peut être déclenché en cas de dérive ou d'un dysfonctionnement de l'appareil, et a minima selon la fréquence d'ajustage décrite dans le CET.

→ **Maintenance préventive des analyseurs**

Afin d'assurer le bon fonctionnement des analyseurs en charge du contrôle de la conformité du gaz et de l'établissement des grandeurs nécessaires à la facturation selon les exigences réglementaires, des actes de maintenance préventifs sont prévus. L'IDPC est soumis à la réglementation et fait l'objet comme indiqué plus haut de certificats d'examen. Il fait l'objet d'une vérification périodique annuelle² réalisée par un OVA.

¹ Des filtres et membranes sont utilisés pour protéger ces derniers mais dont les capacités restent dimensionnées.

² Exigée dans l'arrêté du 11/07/2003 visant à démontrer que l'IDPC est conforme aux exigences définies dans le CET.

2.4 Cadre réglementaire et normes régissant les appareils de mesure

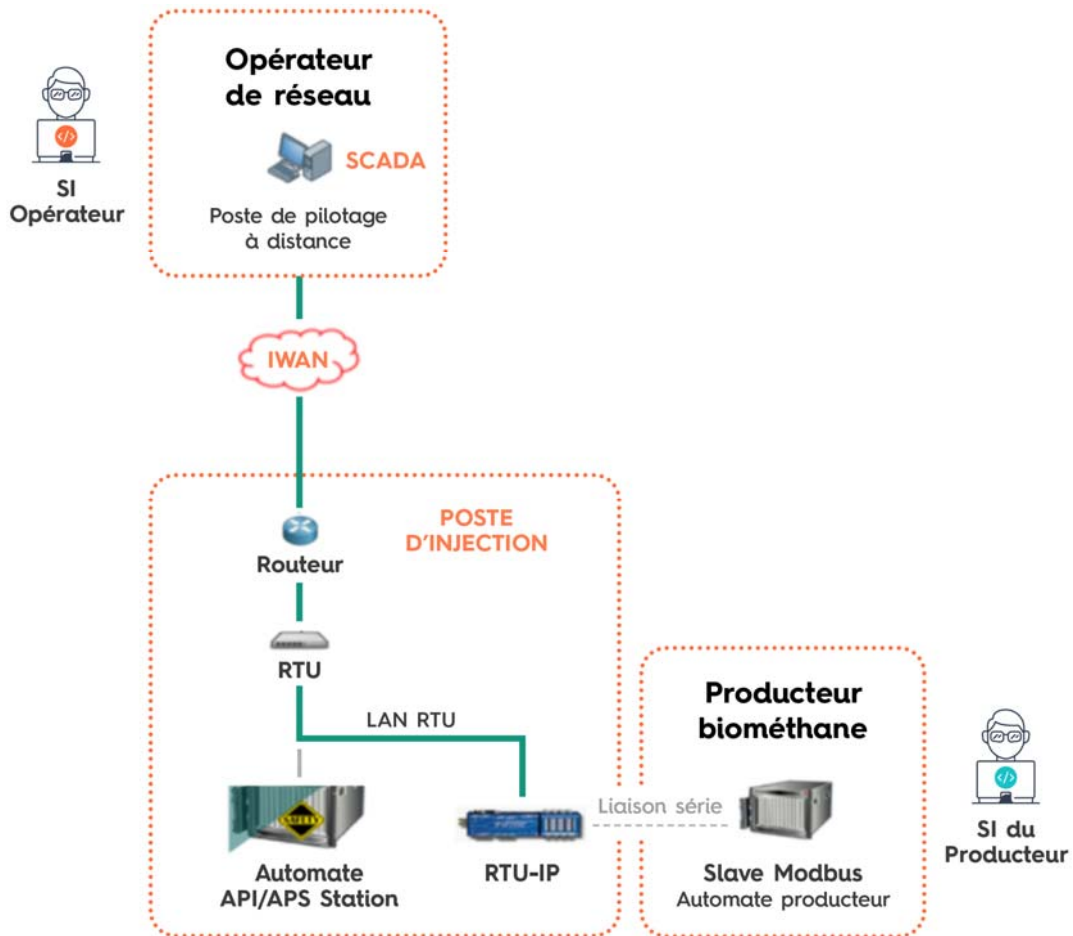
Les opérateurs du réseau de transport et de distribution de gaz, agissant en opérateur prudent et raisonnable, décident et réalisent les opérations d'exploitation et de maintenance préventive et corrective sur les appareils de mesure de la chaîne de comptage.

Les appareils utilisés sont soumis à la réglementation française et européenne sur les instruments de mesure. À ce titre, ils suivent l'ensemble des opérations de certification (avant l'introduction sur le marché), puis de vérification primitive et périodique décrites dans les décrets du 3 mai 2001 et du 9 juin 2016.

Les opérateurs du réseau surveillent en permanence et à distance par la télétransmission, les indications de débits et de pression ainsi que les autres éléments mesurés.

3. Télétransmission des mesures et de contrôle-commande du poste d'injection

Le poste d'injection et ses différents appareils de mesure **communiquent avec le Système d'Information (SI)** de l'opérateur du réseau de gaz par le biais d'un automate selon le protocole de communication et le réseau utilisé par ce dernier (liaison filaire ou radio). Il communique également avec le producteur de biométhane.



Exemple de schéma de télétransmission des données de la chaîne de comptage du poste d'injection

3.1 Système de télétransmission des données vers l'opérateur de réseau

Le poste d'injection communique avec le SI de l'opérateur de réseau grâce à l'automate API/APS station relié à l'ensemble des appareils de comptage et d'analyse de gaz.

Il peut remonter :

- les données en temps réel vers le système télégestion et de pilotage du réseau à distance,
- les données journalières de bilan métrologique (qualité gaz et comptage).

Le RTU réalise la fonction de télétransmission des données grâce à des échanges avec les applications SI de l'opérateur de réseau et l'automate API/APS station du poste d'injection.

3.2 Système de télétransmission des données vers le producteur de biométhane

Les échanges de données avec le SI du producteur de biométhane sont réalisés également via le RTU depuis l'automate API/APS station du poste d'injection vers l'automate du Producteur de biométhane.

La station prévoit ces échanges de données dans les deux sens. L'exploitation croisée des données de qualité gaz du producteur par la station et réciproquement permet une meilleure gestion en cas de gaz non conforme.

3.3 Maintenance préventive de l'automate API/APS station du poste d'injection

La maintenance de l'automate API/APS station du poste d'injection est réalisée par l'opérateur. Des actes préventifs sont réalisés à l'occasion d'une visite annuelle. Cette maintenance peut nécessiter l'arrêt d'injection.

3.4 Système de contrôle-commande pour piloter à distance le poste d'injection

Le poste d'injection peut être pris en main à distance pour l'opérateur de réseau.

Des télécommandes peuvent être envoyées par l'opérateur pour fermer le poste. En effet, un automate de sécurité ou une centrale incendie gère l'ensemble des équipements de sécurité (capteurs gaz, flamme etc.). En cas de déclenchement, il met en sécurité l'installation et informe l'automate « principal ».

4. Pourquoi et comment odoriser le gaz injecté ?

4.1 Enjeux relatifs à l'odorisation du gaz

Le biométhane comme le gaz naturel présente un risque d'inflammation ou d'explosion lorsque sa concentration dans l'air est comprise entre 5% et 15%.

- 5% = LIE (Limite Inférieure d'Explosivité)
- 15% = LSE (Limite Supérieure d'Explosivité)

L'odorisation du gaz est un dispositif de sécurité mis en œuvre sur les réseaux de distribution pour permettre de **détecter les fuites**.

4.2 Cadre réglementaire de l'odorisation du gaz

L'article R155-10-1 du Code de l'Environnement demande de livrer aux clients un gaz possédant une odeur suffisamment caractéristique pour que les fuites éventuelles soient perceptibles et qui doit disparaître par la combustion complète du gaz.

Les opérateurs gaziers Français ont cependant décidé depuis les années 1960 de déployer une approche d'odorisation dite centralisée avec de grandes installations positionnées au niveau des entrées de gaz sur le réseau français, avec un odorant unique, le Tétrahydrothiophène ou THT. Cette approche a été motivée par des raisons économiques.

Le développement du biométhane s'est inscrit dans la continuité de cette activité avec la mise en service de petites unités d'odorisation dédiées.

Pour le dimensionnement de ses installations d'odorisation, l'ensemble des opérateurs s'est calé sur la réglementation applicable aux distributeurs de gaz à travers l'arrêté de distribution du 13 juillet 2000 qui renvoie au cahier des charges AFG RSDG 10 qui stipule que l'odeur du gaz doit être perceptible au plus tard quand la concentration en gaz atteint 20% de la LIE (soit 1% de gaz dans l'air).

La traduction de cette exigence a donné lieu à une plage de concentration précisée dans les Prescriptions techniques de chaque opérateur, en application du décret 2004-555 du 15 juin 2004.

Ces prescriptions définissent une concentration minimale de THT dans le gaz de 15 mg/m³(n) et un seuil maximum de 40 mg/m³ (n).

4.3 Description des systèmes d'odorisation

Un système d'odorisation est composé d'une unité d'injection de THT dans le flux de biométhane et d'un dispositif de contrôle de la conformité de la concentration de THT après mélange dans le gaz.

Ces dispositifs requièrent une maintenance préventive pour garantir leur bon fonctionnement.

L'odorisation est majoritairement réalisée par l'opérateur de réseau, mais le catalogue de prestations de certains opérateurs permet aussi au producteur de la prendre en charge, le plus fréquemment pour des installations à très faibles débits.

Glossaire

API/APS	Automate Programmable Industriel / Automate Programmable de Sécurité
CET	Certificat d'Examen Type
ECV	Ensemble de Conversion de Volume
IDPC	Instrument de Détermination du Pouvoir Calorifique
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité. C'est la concentration minimale dans l'air d'un gaz combustible au-dessus de laquelle le mélange peut s'enflammer ou exploser. Elle est de 5% en volume pour le biométhane.
LES	Limite Supérieure d'Explosivité. C'est la concentration maximale dans l'air d'un gaz combustible au-dessous de laquelle le mélange peut s'enflammer ou exploser. Elle est de 15% en volume pour le biométhane.
OVA	Organisme de Vérification Accrédité
PCS	Pouvoir Calorifique Supérieur (quantité d'énergie libérée à la combustion, exprimée en kWh/Nm ³ , aux conditions de référence 0°C/0°C)
PMS	Pression Maximale de Service (en bar abs)
RTU	Remote Terminal Unit
SI	Système d'Information