

# GUIDE OPERATIONNEL POUR LA MESURE DES FLUX DE BIOGAZ CANALISES DANS LES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS NON DANGEREUX

Juin 2013



Travaux de recherche et de développement réalisés pour le compte de l'ADEME  
et des sociétés VEOLIA Propreté, SITA France et COVERED

**Coordination technique :** Isabelle HEBE - Service Prévention et Gestion des Déchets –  
Direction Consommation Durable et Déchets – ADEME Angers

**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Energie

**GUIDE**

## REMERCIEMENTS

Les initiateurs du présent guide sont l'Agence Nationale de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) et les sociétés VEOLIA Propreté, SITA France et COVED, en collaboration avec le CRIGEN (Centre de Recherche et Innovation Gaz et Énergies nouvelles de GDF-SUEZ).

### Auteur

Guide rédigé par Laurent Riquier - **Riquier Etudes Environnement / REE** (Seythenex)

### Coordination technique

Isabelle HEBE - ADEME  
Karine FONTENEAU - VEOLIA Propreté  
Laurent GALTIER – SITA France  
Michel GUERBOIS - VEOLIA Propreté  
Goëry VILAIR - COVED  
Dominique PRESSE – SITA France  
Pierre PAQUIER - COVED  
Anna ÂKERMAN – SITA France  
Fares BEN RAYANA – CRIGEN/ GDF SUEZ

Remerciements à l'ensemble des équipes (responsables et personnels techniques) des sites ainsi qu'aux ingénieurs et techniciens des différents groupes, en charge de la réalisation des travaux et des mesures sur les différents pilotes.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

## Table des matières

<b>PREAMBULE</b> .....	<b>4</b>
CONTEXTE .....	4
OBJECTIFS ET LIMITES DU GUIDE .....	4
METHODOLOGIE DE REALISATION DU GUIDE .....	5
<b>1 LA SELECTION D'UN DEBITMETRE BIOGAZ D'ISDND</b> .....	<b>5</b>
1.1. CRITERES DE CLASSEMENT DES TECHNOLOGIES DE COMPTAGE DE BIOGAZ .....	5
1.2. CLASSEMENT DES TECHNOLOGIES DE COMPTAGE DE BIOGAZ SELON LES CRITERES .....	6
1.2.1. <i>Débitmètre V-CÔNE</i> .....	8
1.2.2. <i>Débitmètre VORTEX</i> .....	9
1.2.3. <i>Débitmètre VENTURI à insert</i> .....	10
1.2.4. <i>Débitmètre PITOT moyenné</i> .....	11
1.2.5. <i>Débitmètre à ORIFICE (ou à diaphragme)</i> .....	12
1.2.6. <i>Débitmètre MASSIQUE THERMIQUE</i> .....	13
1.2.7. <i>Débitmètre à OSCILLATIONS</i> .....	14
<b>2 INTEGRATION A L'INSTALLATION ET MISE EN PLACE D'UN DISPOSITIF DE COMPTAGE BIOGAZ</b> .....	<b>15</b>
<b>3 SUIVI ET MAINTENANCE D'UN DISPOSITIF DE COMPTAGE BIOGAZ</b> .....	<b>17</b>
<b>4 REFERENCES</b> .....	<b>18</b>

## PREAMBULE

### Contexte

La mesure des volumes de biogaz capté sur les installations de stockage de déchets non-dangereux (ISDND) revêt plusieurs enjeux et défis. Sur le plan environnemental, une meilleure mesure du biogaz capté permet de réduire les erreurs d'estimation des fuites de biogaz (dont le méthane est un gaz à effet de serre) et de mieux maîtriser la transformation du biogaz en énergie. Sur le plan réglementaire, en France, plusieurs dispositifs incitatifs ont été mis en place pour encourager les opérateurs à valoriser le biogaz en énergie. Le dernier dispositif instaure un montant réduit de TGAP pour les ISDND qui valorisent plus de 75 % du biogaz capté. Elle spécifie que le comptage du gaz est un domaine couvert par la réglementation relative à la métrologie légale. Par ailleurs, le comptage du biogaz capté sur les ISDND présente plusieurs difficultés techniques car les conditions les plus défavorables pour mesurer un débit ou compter un volume de gaz sont souvent réunies : le biogaz est un gaz humide et chargé en particules, sa quantité et qualité évolue avec le temps, et il existe des contraintes d'installation (limitation de disponibilité en place et en pression).

### Objectifs et limites du guide

**Ce guide décrit, sans être exhaustif, les technologies de comptage de biogaz adaptées au biogaz d'ISDND, les précautions de mise en œuvre et les règles de suivi. Il pourra être actualisé en fonction d'éléments nouveaux relatifs aux technologies et portés à notre connaissance.**

Il a été établi afin d'aider les exploitants, installateurs et autres acteurs, dans le choix de leur dispositif de comptage (ou débitmètre) de biogaz pour les ISDND. Dans ce contexte, le biogaz est canalisé et est considéré comme « brut »<sup>1</sup>. Le dispositif de comptage intègre une technologie qui lui est propre, mais également le moyen de le mettre en place, ainsi que son exploitation (suivi et maintenance).

Le but de ce guide n'est pas de reprendre point par point les éléments du manuel d'installation de chaque débitmètre, qui sont à respecter scrupuleusement, mais vise à mettre l'accent sur les éléments qui sont mal ou pas toujours pris en compte, et éventuellement de les compléter pour les besoins spécifiques à l'application de mesures de débit de biogaz brut en ISDND.

Notons que la liste des technologies retenues est issue d'une étude de l'état de l'art, mais reste néanmoins non exhaustive. En effet, de nouvelles technologies sont développées régulièrement et d'autres technologies déjà existantes peuvent évoluer pour devenir adaptées aux biogaz. Ainsi, dans le cadre du programme dont ce guide est issu, toutes les technologies n'ont pas pu être testées (cf. ultrasons, Coriolis..) ni toutes les marques de compteur de chaque technologie retenus. Par ailleurs, pour un équipement, un seul type de montage a pu être testé (horizontal) en aval du dévésiculeur (avec limitation substantielle de la présence d'eau et de particules) et en aval de l'unité de pompage (côté pression). Enfin, la durée des tests était de 5 mois et certains critères (précision et dynamique) n'ont pas pu matériellement être inclus au protocole de test mis en place sur site.

---

<sup>1</sup> Par le terme « brut » est entendu le biogaz non prétraité, donc potentiellement chargé en humidité et en particules notamment.

## Méthodologie de réalisation du guide

Ce guide est issu de travaux de recherche et de développement (R&D) METROFLUX, réalisés par SITA France, VEOLIA Propreté et COVED, en collaboration avec le CRIGEN/GDF-SUEZ et avec le soutien de l'ADEME (convention ADEME n° 1006C0110, 2010). Le projet a dans un premier temps consisté en la réalisation d'un état de l'art des technologies de comptage et une enquête (benchmark) auprès des acteurs biogaz dans le milieu industriel et celui du stockage de déchets. Dans un deuxième temps, 7 technologies de débitmètres de biogaz ont été testées en laboratoire sur différents bancs d'essais de GDF-SUEZ, puis sur site dans des conditions réelles pendant 5 mois, à l'aide de trois unités pilotes, permettant ainsi de mieux appréhender ces différentes technologies.

L'ensemble des résultats de ces différentes étapes a été utilisé pour rédiger ce document.

# 1 LA SÉLECTION D'UN DEBITMETRE BIOGAZ D'ISDND

Lors de la mise en place d'un compteur de biogaz sur une ISDND, différents critères doivent être considérés, comme les contraintes d'installation, les caractéristiques du biogaz, les performances de mesure recherchées, les procédures de maintenance, le coût, les certifications de l'équipement, ... Il n'y a pas une meilleure technologie pour tous les critères proposés. En effet, le processus de sélection d'un dispositif de comptage de biogaz est en général un compromis entre tous les critères mentionnés ci-dessus.

Basé sur les principaux enseignements des travaux de R&D METROFLUX, les technologies testées ont été classées selon 6 critères<sup>2</sup> techniques, qui sont présentés plus bas. Ce classement ne devra être utilisé que pour réduire les choix des technologies adaptées en fonction des critères recherchés, dont la liste est non exhaustive.

## 1.1. Critères de classement des technologies de comptage de biogaz

Les six critères techniques selon lesquels les technologies de comptage ont été classées portent sur les caractéristiques de biogaz d'ISDND, la qualité de mesure recherchée et les contraintes d'installation :

### Caractéristiques de biogaz d'ISDND :

**L'humidité dans le biogaz** peut être perturbante pour la technologie du Massique thermique et pour les technologies présentant de part leur forme un étranglement tel que l'Orifice ou le Venturi (piégeage de l'eau)

*Parmi les technologies testées, le V-cône semble être le moins sensible à la présence de l'eau dans le biogaz.*

La **variation de la composition du biogaz** peut être perturbante pour la technologie du massique thermique qui nécessite une correction pour un e utilisation adaptée.

*La famille des déprimogènes (Orifice, Venturi et V-cône) ainsi que le Pitot et le Vortex ont fournis des résultats cohérents malgré les variations de composition survenues durant le programme.*

<sup>2</sup> D'autres critères non développés dans ce guide sont d'ordre :

- d'approbation ou de certification : peuvent orienter le choix des technologies si dans certains cas il est demandé de mettre en place une technologie de débitmètre qui dispose d'un modèle approuvé (**notons qu'il n'existe à ce jour aucune approbation pour du biogaz**), ou qui dispose d'un cadre métrologique notamment la norme ISO 5167 ou qui sont livrés avec un certificat d'étalonnage avec un gaz comparable au biogaz.

## Caractéristiques du compteur – qualité de la mesure :

La **qualité de la mesure** est une caractéristique à prendre en compte dans le choix initial du compteur, certaines technologies pouvant montrer de plus faibles erreurs (cf. essais en laboratoire) et avec une bonne stabilité.

*Les technologies V-cône, Venturi et Orifice ont donné de bons résultats. Le Pitot a fourni des résultats satisfaisants. Les Massique thermique et le Vortex donnent des résultats satisfaisants à condition de mettre en place des adaptations techniques (non testées durant le programme).*

## Contraintes d'installation :

La **disponibilité en place (encombrement) sur l'installation** demandée par l'équipement de manière à respecter les longueurs droites stipulées par les fabricants.

*Les technologies V-cône et Venturi nécessitent des longueurs droites plus faibles que les autres technologies ( $\leq 10$  fois le diamètre intérieur de la canalisation).*

Les **pertes de charge engendrées** par le dispositif de comptage doivent être minimum (en général quelques mbar) pour ne pas générer de perturbations sur le fonctionnement général du système.

*Les technologies à insertion (Pitot moyenné, Vortex et Massique thermique) sont dans ce cas à privilégier.*

La **facilité de montage / démontage** pourront être important pour la mise en place de manière correcte et les opérations de contrôle et de maintenance de l'équipement, le choix d'une technologie à insertion avec capteurs (P, T) intégrés pourra être déterminant.

*Les technologies à insertion offrent de bonnes possibilités d'intervention (cf. Pitot moyenné, Vortex et thermique massique) ainsi que le V-cône.*

## **1.2. Classement des technologies de comptage de biogaz selon les critères**

Un classement en 4 niveaux (bon – satisfaisant - peu satisfaisant – non satisfaisant) de l'ensemble des technologies selon les six critères techniques est présenté dans un « schéma d'aide de sélection » sur la page suivante. Rappelons qu'il n'y a pas une seule meilleure technologie pour tous les critères. Le processus de sélection est en général un compromis entre les contraintes d'installation, les caractéristiques du biogaz à mesurer, la stabilité et précision de mesure recherchées, et également le coût. Ce schéma ne devra être utilisé que pour réduire les choix des technologies adaptées en fonction des critères recherchés. La liste des critères proposées restent néanmoins non exhaustive (notamment en ce qui concerne la précision et la dynamique de mesure qui non pas pu être testées sur site).

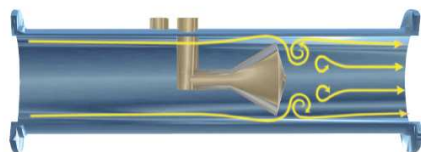
Le schéma est suivi par une description succincte de chaque technologie, rappelant le principe de mesure, quelques spécificités de mise en place, et le classement selon les 6 critères.

	Peu sensible à la présence d'humidité dans le biogaz	Peu sensible à la variation de la composition de biogaz	Qualité de la mesure	Faible encombrement	Faible perte de charge	Facile à (dé)monter
<b>Bon</b>	V-cône	Orifice	Orifice	Orifice	Massique thermique	Massique thermique
		Oscillations	V-cône	V-cône	Pitot moyenné	Pitot moyenné
		Pitot moyenné	Venturi	Venturi	Vortex	V-cône
		V-cône	Vortex			Vortex
		Venturi	Avec fonction électronique « cut-off »			
		Vortex				
<b>Satisfaisant</b>	Orifice	Massique thermique	Massique thermique	Massique thermique	Orifice	Orifice
	Oscillations	Avec analyseur de la composition de biogaz et correction du débit en direct.	Pitot moyenné	Oscillations	Oscillations	
	Pitot moyenné				Venturi	
	Venturi					
	Vortex					
<b>Peu satisfaisant</b>	Massique thermique			Pitot moyenné	V-cône	Oscillations
				Vortex		Venturi
<b>Non satisfaisant</b>			Oscillations			

### 1.2.1. Débitmètre V-CÔNE

#### Principe de mesure :

Le débitmètre V-cône est un débitmètre déprimogène (principe de mesure de la pression différentielle) de plein diamètre avec un cône centré à l'intérieur du tube qui interagit avec l'écoulement du fluide pour en modifier le profil de vitesse et créer une différence de pression mesurée au moyen de deux prises de pression (en amont et en aval du cône). Le **débit volumique** est proportionnel à la racine carré de la différence de pression.



#### Besoin en équipements annexes :

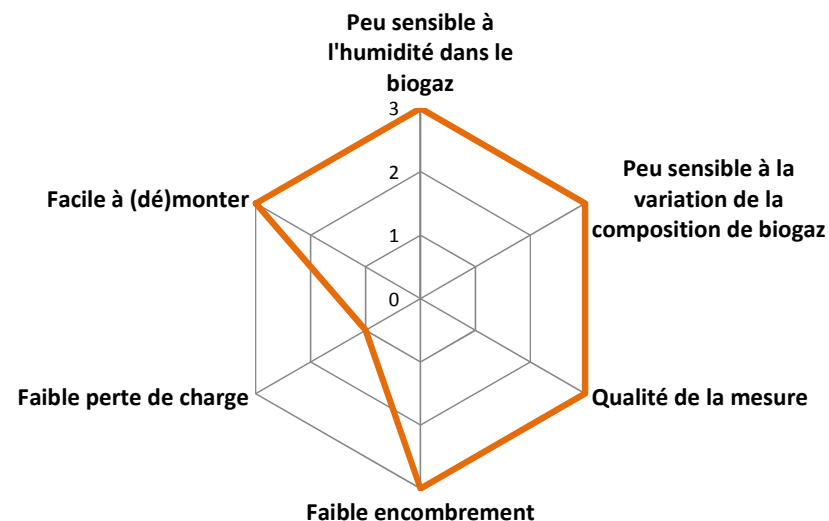
Capteur de pression absolue indépendant

Capteur de température indépendant

Calculateur pour la détermination du débit et correction en pression et en température

Enregistreur pour les besoins du suivi

#### Classement selon les critères techniques :



#### Préconisations de mise en place :

Ordre de grandeur des longueurs droites : 3D en amont et 1D en aval (à définir précisément au cas par cas)

Installation à l'horizontale entre brides (testée durant le programme)

Capteur de pression absolue indépendant à placer en amont du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)

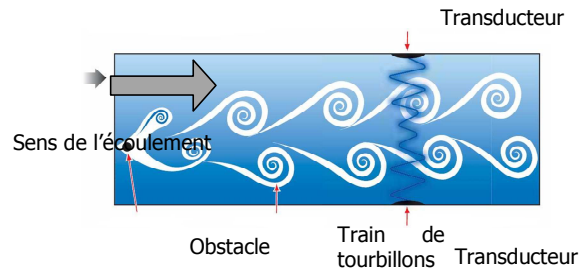
Capteur de température indépendant à placer à placer en aval du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)



## 1.2.2. Débitmètre VORTEX

### Principe de mesure :

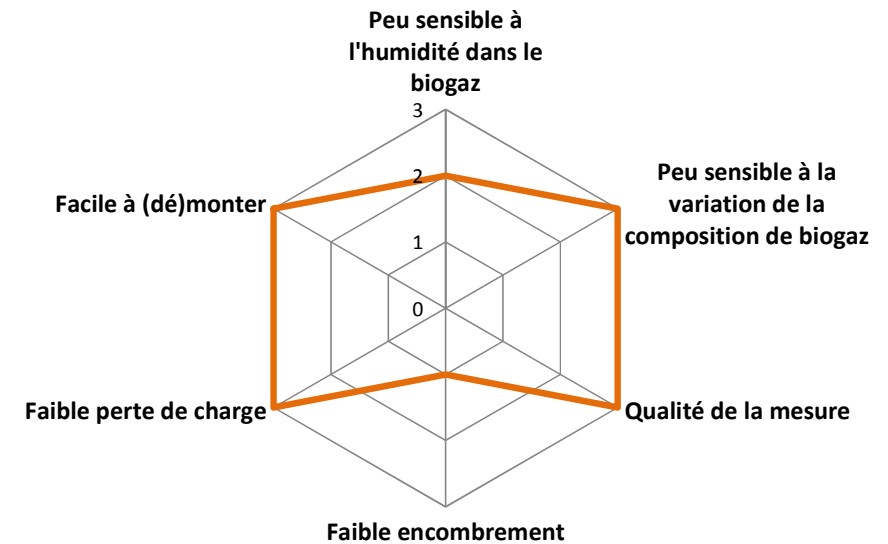
Le débitmètre à vortex exploite le phénomène de génération de tourbillons en aval d'un obstacle placé dans un fluide en écoulement. En traversant la section de mesure, un petit obstacle déclenche un lâché de tourbillons de petite taille. Une onde ultrasonique est émise par un transducteur à travers le train de tourbillons. Cela induit une modification dans le signal ultrasonore, liée aux nombres de tourbillons qui ont traversé l'onde. Le nombre de tourbillons est directement proportionnel à la **vitesse du gaz** au niveau de l'obstacle.



### Besoin en équipements annexes :

- Transmetteur pour convertir la vitesse en débit
- Capteur de pression absolue indépendant
- Capteur de température (interne ou indépendant)
- Calculateur pour la correction en pression et en température
- Enregistreur avec afficheur pour les besoins du suivi
- Une fonction électronique appelée « **cut-off** » permettant d'indiquer le « zéro » lors des phases d'arrêt de l'installation, voir aussi une réduction de la gamme de débit

### Classement selon les critères techniques :



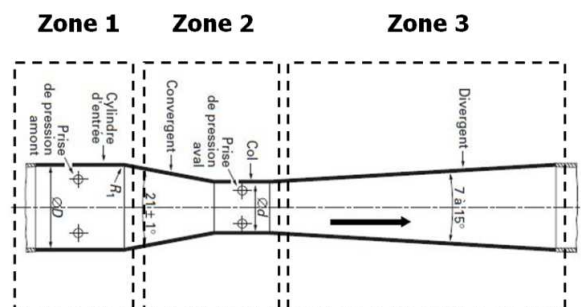
### Préconisations de mise en place :

- Ordre de grandeur des longueurs droites : 20D en amont et 10D en aval (à définir précisément au cas par cas)
- Installation à « 45° » suivant axe et sens trigonométrique
- Capteur de pression absolue indépendant à placer en amont du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)
- Capteur de température indépendant à placer à placer en aval du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)

### 1.2.3. Débitmètre VENTURI à insert

#### Principe de mesure :

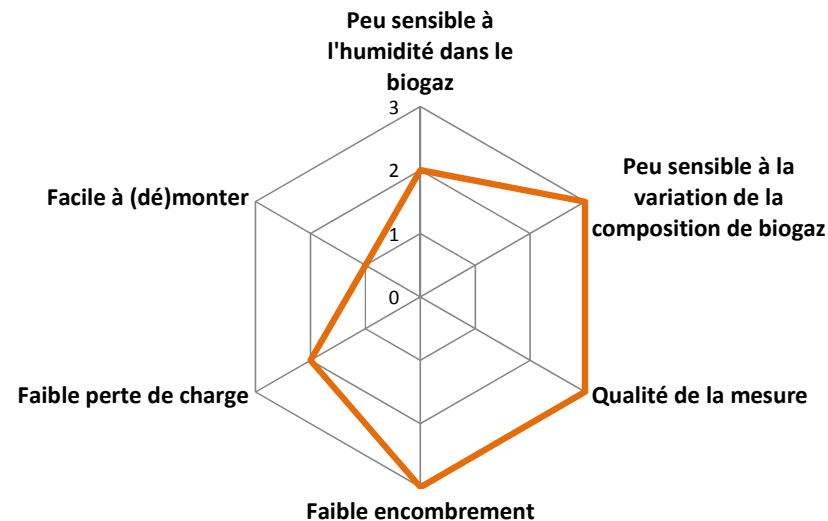
Le débitmètre venturi est un débitmètre déprimogène dont le dispositif forme un étranglement (venturi formé par deux troncs de cône réunis par leur petite base). Dans la partie la plus étroite la vitesse est plus grande et par conséquent la pression est plus faible. La différence de pression entre l'amont (zone 1) et l'aval immédiat du convergent (zone 2) (au voisinage de zone 3) est exploitée pour mesurer le débit dans la conduite. Le **débit volumique** est proportionnel à la racine carré de la différence de pression (norme ISO 5167).



#### Besoin en équipements annexes :

- Capteur de pression absolue indépendant
- Capteur de température indépendant
- Calculateur pour la détermination du débit et correction en pression et en température
- Enregistreur avec afficheur pour les besoins du suivi

#### Classement selon les critères techniques :



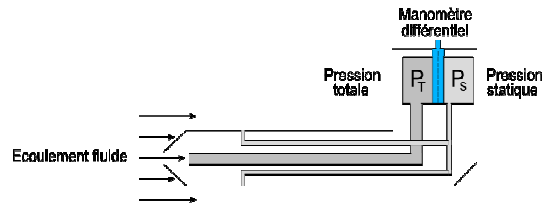
#### Préconisations de mise en place :

- Ordre de grandeur des longueurs droites : 10D en amont et 0D en aval (à définir précisément au cas par cas)
- Installation à l'horizontale, incéré entre brides (testée durant le programme)
- Capteur de pression absolue indépendant à placer en amont du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)
- Capteur de température indépendant à placer à placer en aval du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)

### 1.2.4. Débitmètre PITOT moyenné

#### Principe de mesure :

Le débitmètre à tube de Pitot moyenné est un débitmètre à insert se composant d'un tube de Pitot avec une multitude de prises de pression, installé à travers l'écoulement du fluide pour en déterminer le profil de vitesse et donc une vitesse moyenne, basée sur la mesure simultanée d'une pression  $P_T$  dite totale et d'une pression  $P_S$  dite statique (Différence de pression  $\Delta P = P_T - P_S$ ). Comme pour les organes déprimogènes, le **débit volumique** est proportionnel à la racine carrée de la différence de pression.



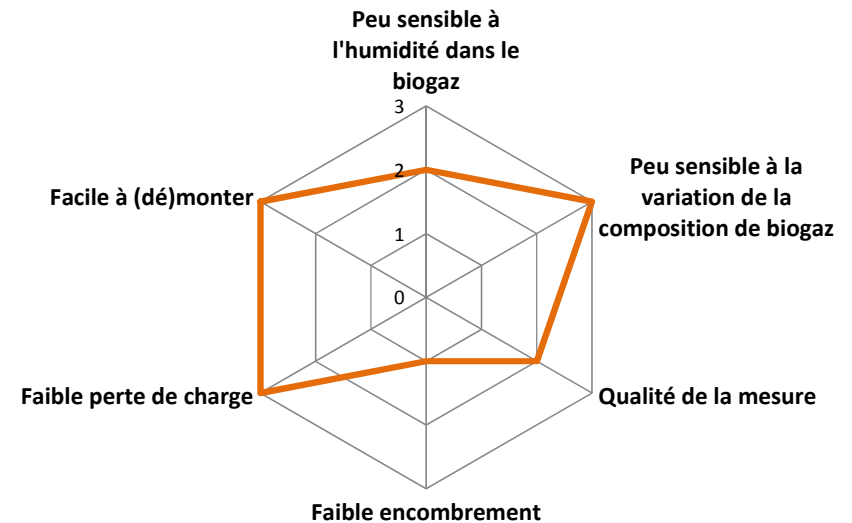
#### Besoin en équipements annexes :

Transmetteur Multi variable pour le calcul du débit et la correction en pression et en température

Capteurs de pression absolue et de température intégrés à l'appareil (pour le cas testé dans le programme, avec option démontage rapide sur un des pilotes)

Enregistreur avec afficheur pour les besoins du suivi

#### Classement selon les critères techniques :



#### Préconisations de mise en place :

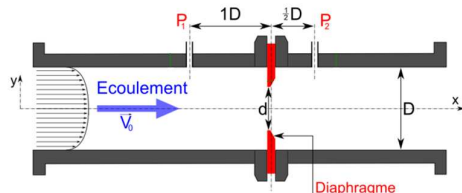
Ordre de grandeur des longueurs droites maximales, fonction de la zone turbulence que peut provoquer l'environnement : 30D en amont et 4D en aval (à définir précisément au cas par cas)

Installation à la verticale sur la matrice supérieure d'une canalisation horizontale

### 1.2.5. Débitmètre à ORIFICE (ou à diaphragme)

#### Principe de mesure :

Le débitmètre à orifice est un débitmètre déprimogène de plein diamètre dont le dispositif forme un étranglement. La vitesse du gaz augmente au passage du diaphragme à cause de la réduction de la section de passage et la masse volumique diminue, suite à la chute de pression. La différence de pression qui en résulte est mesurée par un transmetteur de pression différentielle. Le **débit volumique** est proportionnel à la racine carré de la différence de pression (norme ISO 5167).



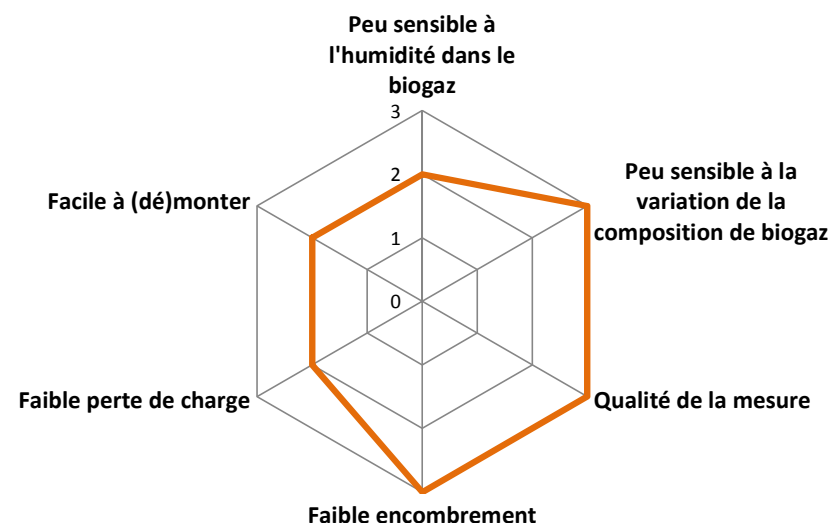
#### Besoin en équipements annexes :

Capteurs de pression absolue et température indépendants (pour le cas testé durant le programme)

Calculateur pour la détermination du débit et correction en pression et en température

Enregistreur avec afficheur pour les besoins du suivi

#### Classement selon les critères techniques :



#### Préconisations de mise en place :

Ordre de grandeur des longueurs droites : 18D à 44D en amont et 4D à 8D en aval (à définir précisément au cas par cas)

Installation à l'horizontale (testée du en programme) ou à la verticale (mais dans ce cas prévoir le positionnement du transmetteur plus haut que les piquages)

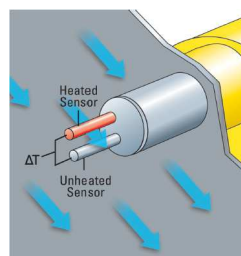
Capteur de pression absolue indépendant à placer en amont du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)

Capteur de température indépendant à placer à placer en aval du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)

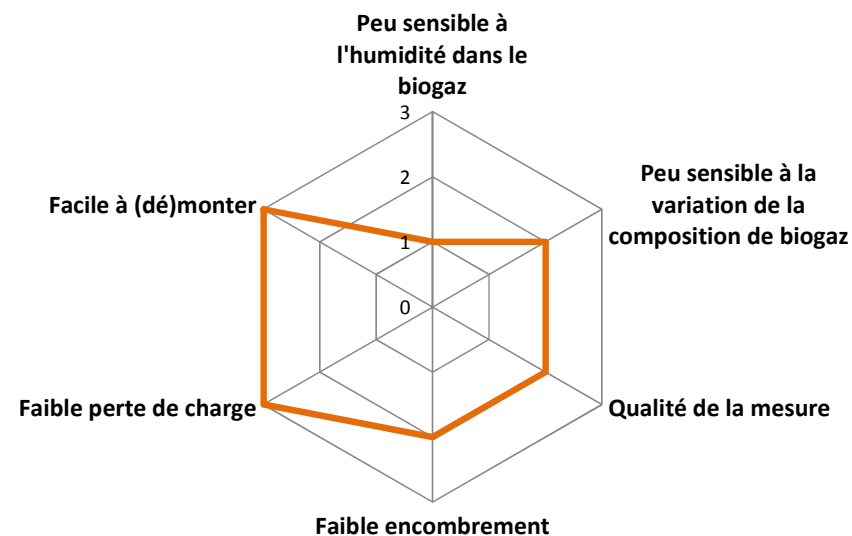
## 1.2.6. Débitmètre MASSIQUE THERMIQUE

### Principe de mesure :

Le débitmètre massique thermique est fondé sur le principe de la cinétique du transfert de chaleur au sein d'un fluide et comprend une sonde amont qui mesure la température du fluide et une sonde aval chauffée, dont la température est maintenue à  $\Delta T$  au-dessus de celle de la sonde amont. La puissance thermique nécessaire pour entretenir cet écart de température est proportionnelle au **débit massique**.



### Classement selon les critères techniques :



### Besoin en équipements annexes :

Analyseur de la composition du biogaz à minima ( $\text{CH}_4$ ) mais idéalement ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  et  $\text{O}_2$ )

Système permettant d'effectuer automatiquement la correction du débit en fonction des variations de la composition.

Enregistreur avec afficheur pour les besoins du suivi

### Préconisations de mise en place :

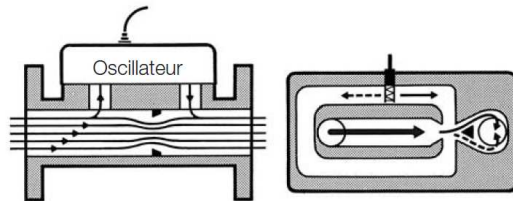
Ordre de grandeur des longueurs droites : 20D en amont et 10D en aval (à définir précisément au cas par cas)

Installation à « 315° » suivant axe et le sens trigonométrique

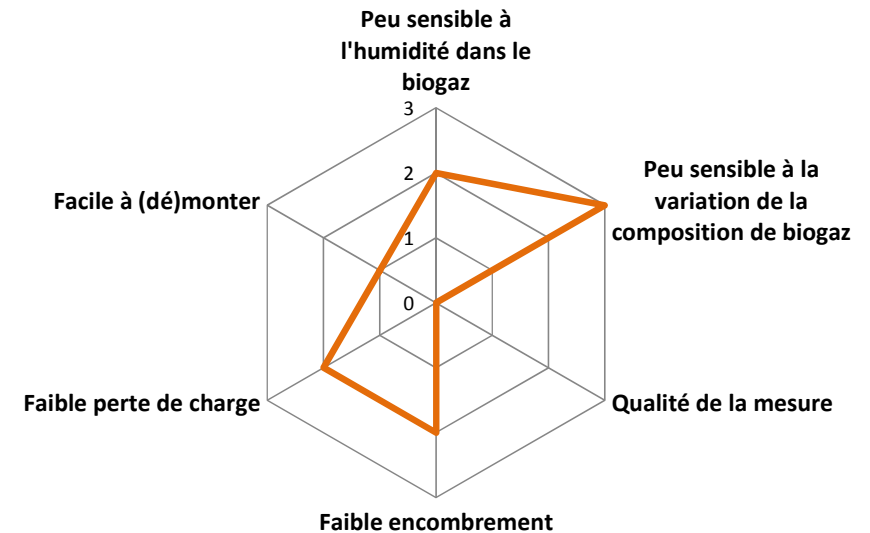
## 1.2.7. Débitmètre à OSCILLATIONS

### Principe de mesure :

Le débitmètre à oscillation pour gaz (DOG) est un débitmètre déprimogène de plein diamètre dont la particularité réside dans la méthode de mesure de la différence de pression provoquée par l'orifice. La pression différentielle créée par l'orifice détourne une proportion constante du fluide vers un by-pass. Ce by-pass contient la cellule de mesure constituée d'un canal en U qui provoque une oscillation. La fréquence des oscillations est proportionnelle à la vitesse d'écoulement, donc au **débit volumique**.



### Classement selon les critères techniques :



### Besoin en équipements annexes :

- Capteur de pression absolue indépendant
- Capteur de température indépendant
- Calculateur pour la correction en pression et en température (ou en option, intégré)
- Enregistreur avec afficheur pour les besoins du suivi

### Préconisations de mise en place :

- Ordre de grandeur des longueurs droites : 10D en amont et 5D en aval (à définir précisément au cas par cas)
- Installation à l'horizontale à privilégier (entre brides)
- Capteur de pression absolue indépendant à placer en amont du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)
- Capteur de température indépendant à placer à placer en aval du capteur sur la matrice supérieure de la canalisation (distance à respecter suivant spécifications constructeur)

## 2 INTEGRATION A L'INSTALLATION ET MISE EN PLACE D'UN DISPOSITIF DE COMPTAGE BIOGAZ

Le but de cette partie n'est pas de reprendre point par point les éléments du manuel d'installation de chaque débitmètre, qui sont à respecter scrupuleusement, mais vise à mettre l'accent sur les éléments qui sont mal ou pas toujours pris en compte, et éventuellement de les compléter pour les besoins spécifiques à l'application de mesures de débit de biogaz brut en ISDND.

Tout d'abord, en ce qui concerne **l'emplacement de l'équipement de comptage**, il est recommandé dans la mesure du possible de l'installer en aval du dévésiculeur et de l'unité de pompage, car cela permettra de limiter la présence d'humidité et de particules (sans pour autant mettre en place un vrai système de pré-traitement).

Ensuite, au niveau de l'installation, les **principaux éléments à considérer** sont :

- **Longueurs droites** : En fonction de chaque technologie, des longueurs droites (**sans obstacle et sans élément perturbateur**) doivent être prévues en amont et en aval des débitmètres. **Ces longueurs droites ne doivent en aucun cas être raccourcies** (l'utilisation de stabilisateur/tranquilliseur de flux pourrait être envisagée pour certaines technologies).
  - (i) En cas de manque de place en aval du dévésiculeur et de l'installation de pompage, la canalisation pourrait être allongée par la mise en place d'une lyre permettant d'obtenir les longueurs droites exigées,
  - (ii) Si cette première option n'est pas faisable, il peut être envisagé d'installer les équipements de comptage en amont de l'installation de pompage. Notons que cette situation n'a pas été testée lors du programme et demandera probablement de prendre en compte une présence plus importante d'humidité et de particules dans le biogaz.
- **Canalisation** : Dans le cas de la mise en place d'une nouvelle canalisation, il est fortement recommandé qu'elle soit en inox. Par ailleurs, pendant les travaux de chaudronnerie il est conseillé de noter le **diamètre intérieur** (voire à relever directement ce paramètre à l'aide d'un pied à coulisse) pour l'insérer ensuite dans le paramétrage du calculateur du compteur.
- **Gestion de l'eau dans le gaz** : Pour le cas d'un gaz humide, il est recommandé de mettre en place une purge au niveau des points bas en amont/aval d'un dispositif à rétrécissement (ou étranglement) type orifice, Venturi. De manière préventive, des purges peuvent être intégrées quelque soit la technologie utilisée, en veillant à ne pas créer de perturbations.
- **Positionnement des compteurs** : Une mise en place et une orientation **pour favoriser l'écoulement des eaux** dans les piquages des points de mesures de pression (type déprimogène ou Pitot) est à prévoir. Pour cette raison les débitmètres type déprimogène ou Pitot sont normalement mis en place sur une canalisation à l'horizontal. Pour les technologies type Vortex (de Höntzsch), une mise en place à « 45° » est recommandée alors que pour le Thermique massique (de FCI) une mise en place à « 315° » (section de la canalisation prise suivant l'axe et sens trigonométrique) est recommandée (cf. manuel et préconisations constructeurs/distributeurs).
- **Emplacement des capteurs complémentaires** : Dans le cas où la mise en place de capteurs indépendants (pression et/ou température) est nécessaire (pour chaque technologie à l'exception du Massique thermique ou dispositif à capteurs intégrés), il faut prévoir des points de piquage supplémentaires. Le capteur de pression doit être implanté en amont et le capteur de température en aval. Les distances préconisées entre ces capteurs et la mesure débitmètre sont précisées par les constructeurs.
- **Montage et de démontage** : Ces opérations sont plus aisées sur les systèmes à insertion. En revanche, il sera plus délicat à ajuster pour respecter un bon positionnement plutôt qu'un montage bride/bride. **Une marque de repère lors du démontage est conseillée pour la remise en place.** Le montage dans une canalisation constructeur entre brides peut être considéré comme plus fiable

dans la mesure où l'ensemble du dispositif (tronçon de canalisation et capteurs) peut être ajusté et testé en usine.

- **Protection de l'équipement :** La localisation des débitmètres pour l'application d'ISDND est souvent à l'extérieur. Pour les régions de France plus froides, une **protection** des dispositifs par un capotage léger peut être conseillée. Dans une moindre mesure, elle pourra aussi être préconisée lors de fortes températures, sous une exposition en plein soleil. L'**isolation** des parties sensibles peut être recommandée, notamment des tubulures de gaz pour les débitmètres déprimogène ou Pitot dans le cas de positionnement séparé (on souligne que des conditions rigoureuses de températures extérieures de <-5 °C, n'ont pas été testées lors du programme).
- **Prise de mesure de pression :** La mise en place de **tubulures de gros diamètre** pour les prises de mesure de pression : elles permettent une plus grande présence d'eau sans perturbation, plutôt que des systèmes intégrant des petits conduits (on souligne que certains manifolds ont des diamètres de l'ordre du millimètre). Les dispositifs séparés permettent normalement plus facilement d'éviter les remontées d'eau (longueur à prendre >> équivalent CE pression relative, avec le transmetteur situé plus haut que les points de piquage).
- **Equipements annexes :** De manière générale, il est recommandé d'installer :
  - Un enregistreur avec le nombre de voies correspondant aux différents capteurs. La fréquence d'enregistrement pourra être de 15 minutes pour éviter la création de fichiers de données trop volumineux (fréquence ajustable selon besoin),
  - Un dispositif de calcul pour la détermination du débit et la correction en pression et en température,
  - Un afficheur (valeur instantanée) avec éventuellement totalisateur,
  - Une alimentation électrique (220volts 50Hz) pour l'ensemble des technologies utilisées durant le programme et leur environnement (cf. alimentation avec ses secours et protections, séparateur galvanique, module de communication..).

Enfin, pour les cas où sur le même site, **plusieurs compteurs** sont à installer et que les valeurs de débits sur les équipements doivent pour quelque raison que soit pouvoir être rapprochées ou comparées, **l'utilisation de la même technologie sera conseillée, de manière à limiter l'erreur inhérente aux équipements mis en place.**

#### **Avant la consultation / commande des compteurs :**

- Il faut préciser qu'il s'agit d'un **biogaz d'ISDND** (potentiellement humide et chargé en particules...)
- Pour le cas d'un gaz **humide**, il pourra être demandé une exécution adaptée à certaines technologies (cf. trou d'écoulement pour l'orifice,..).
- Pour le cas de gaz **corrosifs** certaines technologies demanderont aussi une exécution adaptée (cf. protection silicone pour le vortex, exécution biogaz pour l'oscillation..). La plupart des pièces métalliques utilisées sont généralement en inox 316L (voir plus) pour mieux résister aux attaques chimiques.
- **Il faut communiquer les données relatives à l'installation, notamment le diamètre des canalisations, le zonage ATEX.**
- Notons que concernant la norme ATEX, les technologies proposées ont toutes la possibilité d'être fabriquées en respectant ces prescriptions, de manière standard ou en option pour certains débitmètres, notamment le Vortex. **En revanche, il faut souligner que les technologies ne sont pas toutes utilisables pour tous types de zone classée à risque** (à vérifier avec les constructeurs/fournisseurs).
- La **précision de la mesure** est dépendante du respect de la gamme de fonctionnement (débit, pression et température). **Il sera donc important avant la consultation de définir les gammes et conditions de fonctionnement pour les paramètres physiques suivant (min, max, moyenne/nominale) :**
  - Débit
  - Pression
  - Température
  - Ainsi que **la composition du biogaz sur les éléments majoritaires** et éventuellement minoritaires si le fabricant le demande



→ L'analyse de l'historique de la composition et des débits du biogaz sur l'installation est donc recommandée sur une période de plus d'un an (soit 4 saisons) pour obtenir ces éléments, ainsi que de projeter leur éventuelle évolution. En complément à la détermination des gammes et choix des équipements, elle permettra aussi d'aider le paramétrage des signaux électriques de transfert (type analogique 4-20 mA) ainsi que la programmation des différents calculateurs.

#### Avant et pendant la mise en service :

- Bien vérifier le bon **positionnement** et le câblage du compteur,
- Contrôler la **programmation**, le diamètre (cf. erreur possible sur les fiches techniques des constructeurs de canalisation) et les conditions nominales de fonctionnement. Le résultat de la conversion en débit est dépendant des conditions de fonctionnement communiquées lors de la consultation (cf. débit nominal, température nominale, pression nominale, composition nominale). Un **réajustement** du paramétrage et application d'un facteur correcteur peuvent être envisagés en cas de dérive,
- Demander un **certificat d'étalonnage** pour l'ensemble des capteurs (débit, vitesse, delta P, pression absolue, température, analyseur de gaz) lors de la fourniture du matériel,
- Prévoir pour l'ensemble de l'installation (partie mécanique et électrique) ou à minima pour l'intervention de paramétrage, le **déplacement sur site d'un technicien de la société spécialisée** et distributrice du matériel. Il devra s'assurer du respect des bonnes dispositions conformément aux spécifications du constructeur et l'adéquation du matériel avec les conditions d'utilisation.

## 3 SUIVI ET MAINTENANCE D'UN DISPOSITIF DE COMPTAGE BIOGAZ

Cette partie contient des recommandations d'entretien et de vérification du bon fonctionnement des dispositifs de comptage. Il est important de veiller à ce que toutes les interventions de maintenance et de contrôle réalisées respectent tout d'abord les prescriptions réglementaires.

- La première procédure est un **contrôle du fonctionnement de l'équipement** qui peut être effectué par l'exploitant, de manière régulière, environ une fois par mois, il comporte la vérification de :
  - L'indication du « zéro » débit, pendant les périodes d'arrêt,
  - L'absence de palier (anormalement régulier) indiquant toujours la même valeur aux niveaux des différents capteurs,
  - L'absence de perturbations ou fluctuations importantes (cf. changement brutal) indiquant de fortes amplitudes sur la valeur de débits et autres paramètres,
  - L'absence de message d'erreur sur les différents capteurs (cf. over flow ou autres indications),
  - L'évolution et variation normales des valeurs sur les différents capteurs,
  - L'écart constant avec les valeurs obtenues par du matériel portable utilisé pour un comparatif (cf. température, pression, débit),
  - L'absence d'eau dans la canalisation en assurant son évacuation au niveau des points bas existants (pour mémo, attention à ne pas perturber la mesure lors l'intervention). Le nombre d'interventions d'évacuation d'eau devra être augmenté dans le cas où la présence d'humidité s'avère importante.

En cas d'anomalie détectée, une procédure de vérification du paramétrage et du câblage est préconisée, effectuée par une personne habilitée qui reprendra les données de mise en service. Si l'anomalie est persistante, un retour en usine sera préconisé.

- La deuxième procédure est un **contrôle de l'équipement après son démontage**. Il prend en compte la vérification de **l'état général du système** (absence de marque de corrosion, absence de dépôt, absence de condensats) **et son entretien** (nettoyage des parties concernées et évacuation de toute présence de condensats). Il nécessite un passage régulier (min. une fois par semestre). Il

doit être effectué par une personne habilitée dans le respect des consignes du fabricant. En cas de présence d'anomalie, des mesures compensatoires peuvent être prises pour d'éventuelles **modifications** après validation auprès du fabricant (cf. pose de purge complémentaire pour l'évacuation de l'eau, amélioration de l'isolation, changement de matériaux en cas de corrosion excessive). Le nombre d'interventions de contrôle devra être augmenté dans le cas où le biogaz s'avèrera très chargé et corrosif.

- Un **contrôle annuel** est recommandé. Il est effectué par un organisme habilité et référencé. Il prend en compte l'ensemble des capteurs équipants le dispositif en fonction de la technologie : capteur de débit, capteur de vitesse, capteur de delta pression, capteur de pression absolue, capteur de température, analyseur de gaz. En fonction des résultats, un ajustement du matériel pourra être effectué sur site ou nécessitera un retour en usine.

## 4 REFERENCES

Circulaire du 6 avril 2010 : « Taxe générale sur les activités polluantes ». Ministère du budget, des comptes publics et de la réforme de l'Etat.

Ben Rayana, F. (2012) « Etat de l'art sur les technologies de comptage adaptées au biogaz brut d'ISDND ». GDF- SUEZ, CRIGEN, Pôle Qualité des Gaz Comptage Nanotechnologies (rapport interne).

Riquier, L. (2013) Rapport final du projet « METROFLUX - Mesure des volumes de biogaz capté sur une installation de stockage de déchets non-dangereux ». Convention ADEME n°1006C0110, 2010.

## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



ADEME  
20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)