



Validation d'une technique de vélocimétrie du gaz par imagerie infrarouge

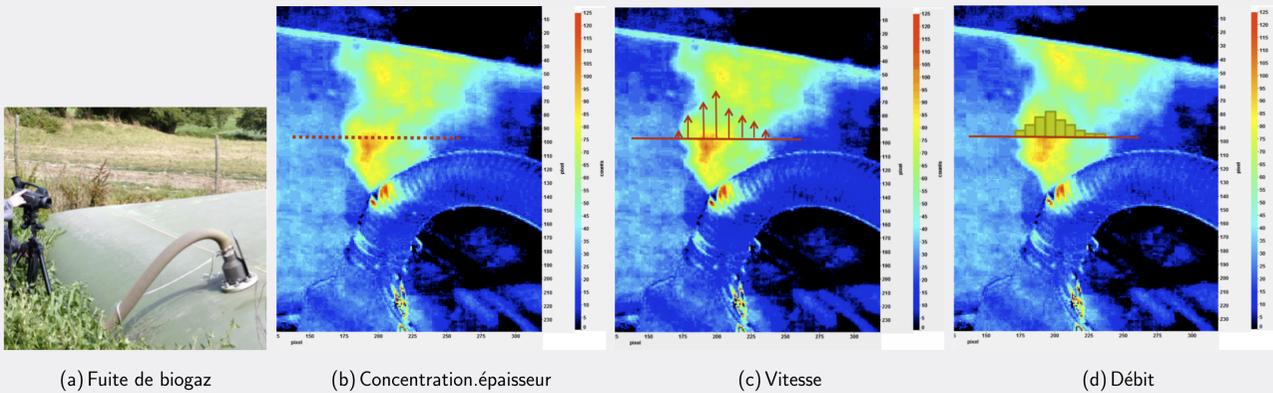
Ioana Barbu¹, Anthony Guibert¹, Philippe Loisel¹, Dominique Heitz^{1,2}

¹ Irstea, UR OPAALE, 17 avenue de Cucillé - CS64427, 35044 Rennes, France.

² Equipe Fluminance, INRIA/IRSTEA/IRMAR, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes, France

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet TrackyLeaks qui s'intéresse à la détection et à la quantification des débits de fuites fugitives de biogaz dans les procédés de méthanisation. Le présent travail a pour objectif le développement d'un estimateur du mouvement du gaz observé par imagerie infrarouge.

Estimation des débits de fuites fugitives de biogaz par imagerie infrarouge

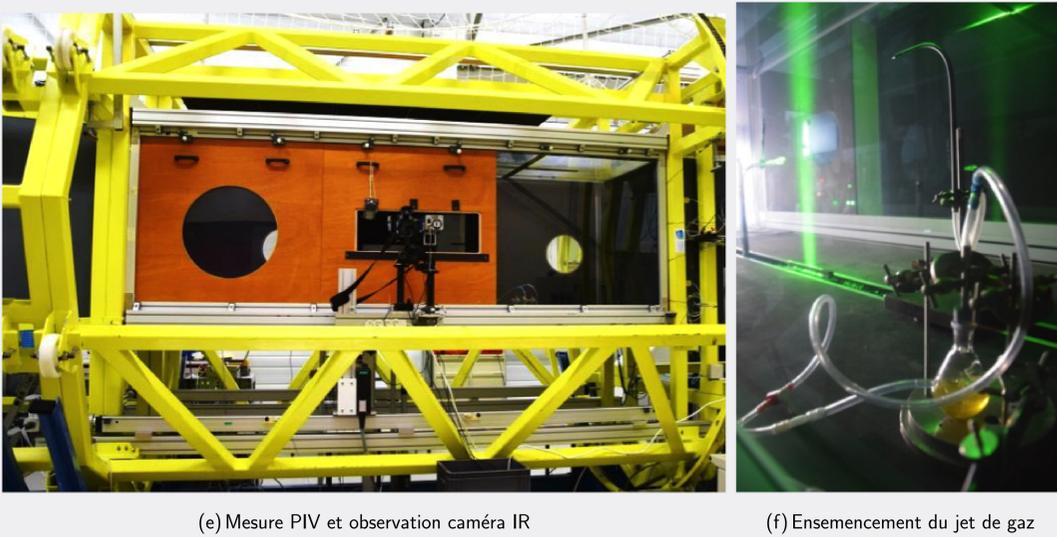


Principe général : Pour estimer un débit de fuite de biogaz à partir d'observations caméra infrarouge il faut maîtriser les étapes suivantes :

- ▶ (a) Détecter la fuite;
- ▶ (b) Déterminer la relation concentration.épaisseur et luminance;
- ▶ (c) Estimer le mouvement du gaz à partir d'une séquence d'images infrarouges;
- ▶ (d) Recombiner concentration.épaisseur et vitesse pour estimer le débit du biogaz.

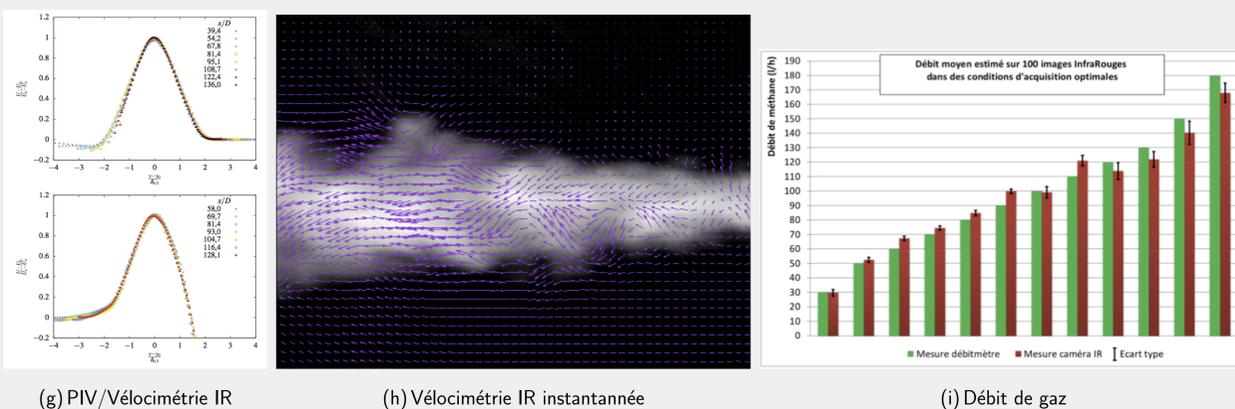
Méthodologie de validation d'un estimateur de mouvement du gaz

Observations caméra IR d'un jet de gaz : calibré par mesures PIV et mesures de concentration.



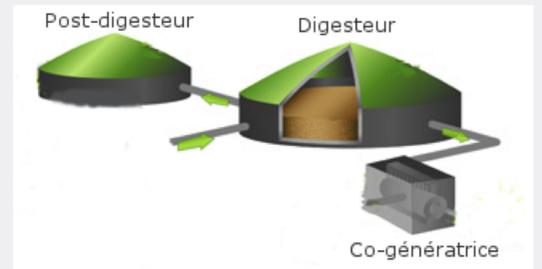
Résultats de vélocimétrie du gaz par imagerie infrarouge

Comparaisons : velocimétrie infrarouge / mesure PIV et estimation du débit par imagerie infrarouge / débitmètre.



Projets Trackyleaks

Détection et à la quantification des débits de fuites fugitives de biogaz dans les procédés de méthanisation.



Estimation du flot optique

Modélisation de la scène reliant la vitesse recherchée à la luminance observée (modèle d'observation $f_d(I, \mathbf{v})$) complétée par une contrainte sur le champ de vitesse (modèle de régularisation $f_r(\mathbf{v})$) :

$$\mathbf{v} = \arg \min_{\mathbf{v}} \int_{\Omega} f(I, \mathbf{v}) d,$$

$$\text{où } f(I, \mathbf{v}) = f_d(I, \mathbf{v}) + \alpha f_r(\mathbf{v}).$$

Modèle d'observation : transport d'un scalaire projeté sur le plan image

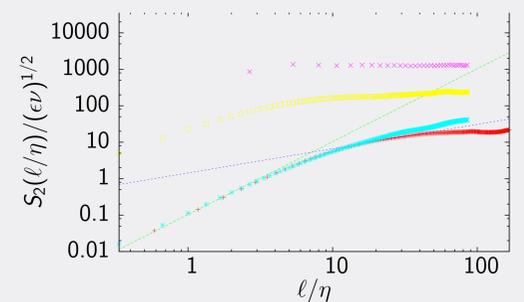
$$f_d(I, \mathbf{v}) = \partial_t I + \mathbf{v} \cdot \nabla I + I - g(\mathbf{x}, I).$$

Modèle de régularisation K41 : loi de puissance de la fonction de structure d'ordre 2

$$f_r(\mathbf{v}, \beta, \zeta) = \frac{1}{2}(S_2(\ell) - \beta \ell^\zeta) = 0$$

où $S_2(\ell)$ est obtenue par intégration sur l'image Ω et dans les directions \mathbf{n} (horizontale, verticale and diagonale) :

$$S_2(\ell) \simeq \frac{1}{|\mathbf{n}||\Omega|} \int_{\Omega} \int_{\mathbf{n}} (\delta v_{\parallel}(\ell, \mathbf{s}, \mathbf{n}))^2 dsdn.$$



Héas et al. *Tellus Series A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 64(10962), 2012.

ADEME

