



HAL
open science

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

Ioana Barbu, A. Guibert, P. Loisel, Dominique Heitz

► **To cite this version:**

Ioana Barbu, A. Guibert, P. Loisel, Dominique Heitz. Validation d'une technique de vélocimétrie du gaz par imagerie infrarouge. CFTL2016, 15e Congrès Francophone de Techniques Laser, Sep 2016, Toulouse, France. 2016. hal-02605644

HAL Id: hal-02605644

<https://hal.inrae.fr/hal-02605644v1>

Submitted on 16 May 2020

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.



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

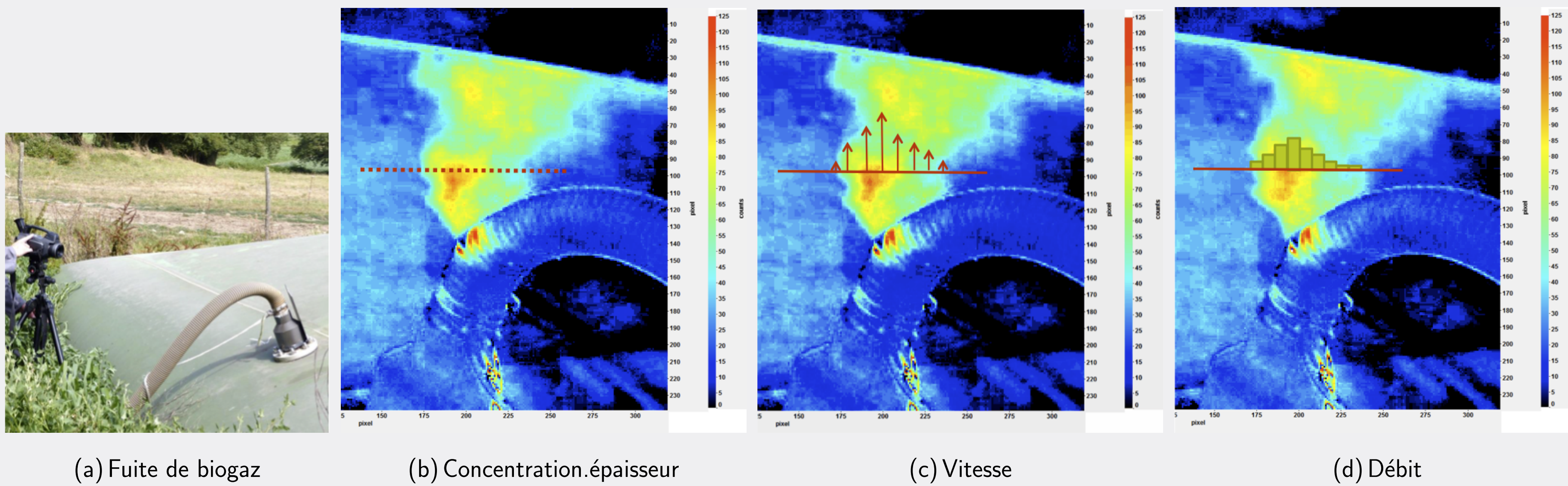
Ioana Barbu¹, Anthony Guibert¹, Philippe Loisel¹, Dominique Heitz^{1,2}

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



(a) Fuite de biogaz

(b) Concentration.épaisseur

(c) Vitesse

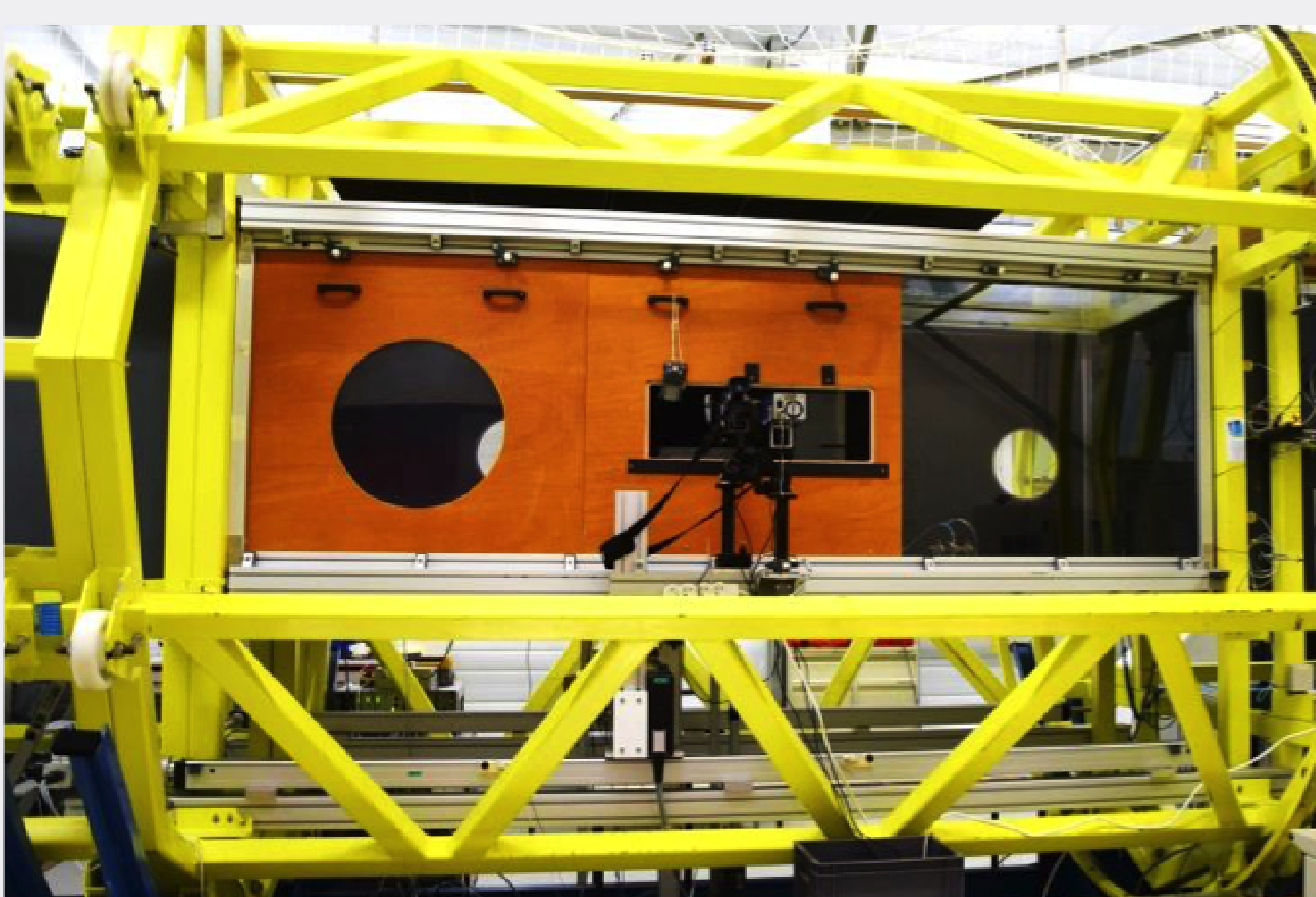
(d) Débit

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

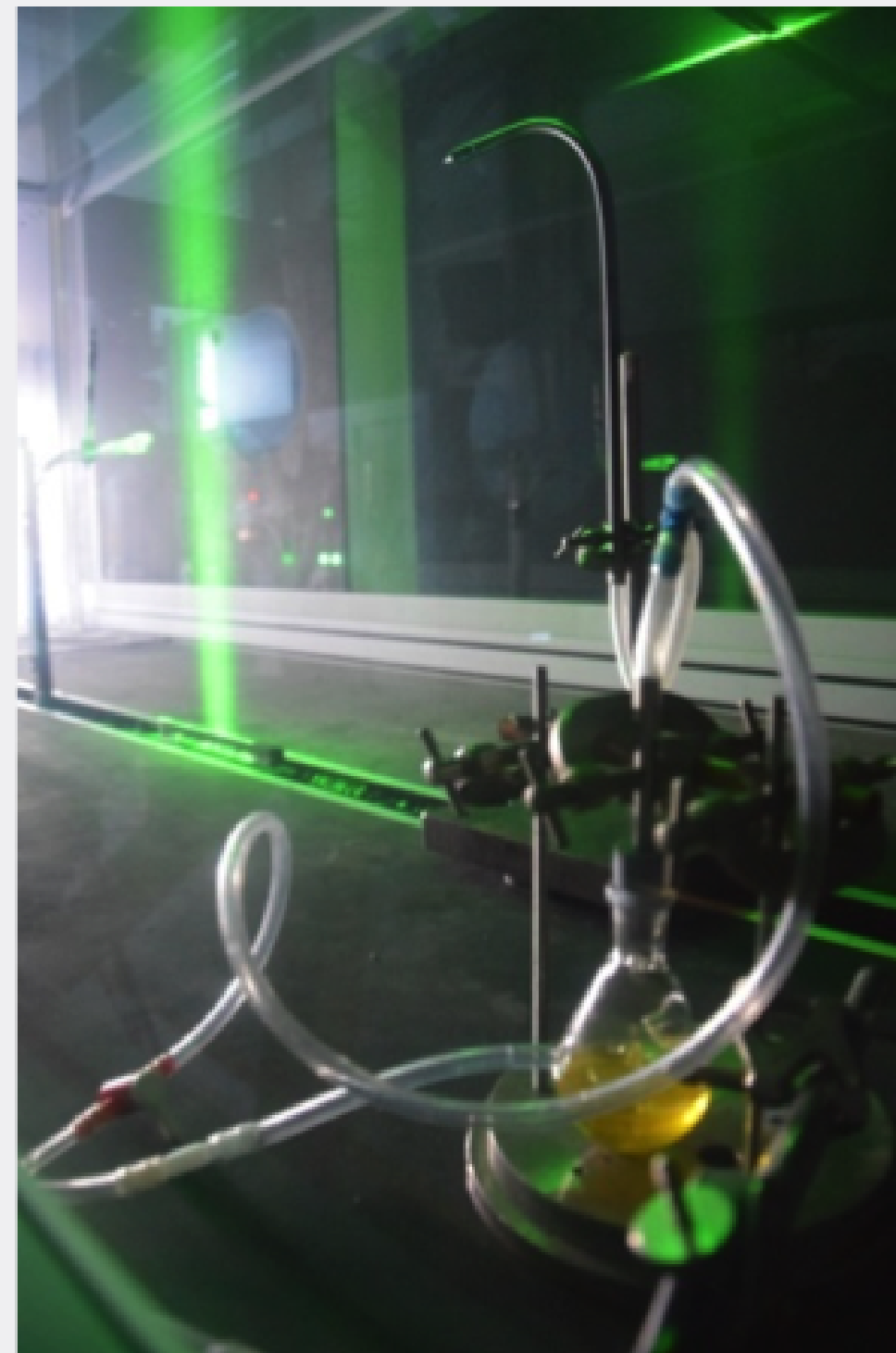
- ▶ (a) Détecter la fuite;
- ▶ (b) Déterminer la relation concentration.épaisseur et luminance;
- ▶ (c) Estimer le mouvement du gaz à partir d'une séquence d'images infrarouges;
- ▶ (d) Recombiner concentration.épaisseur et vitesse pour estimer le débit du biogaz.

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.



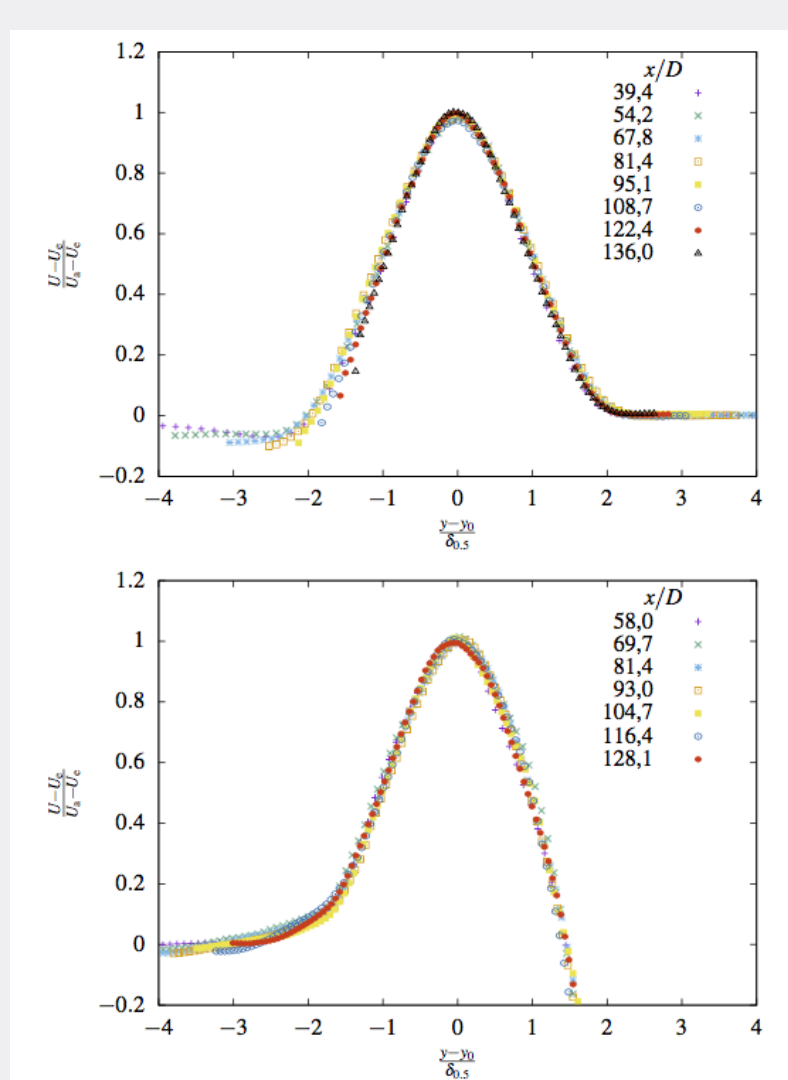
(e) Mesure PIV et observation caméra IR



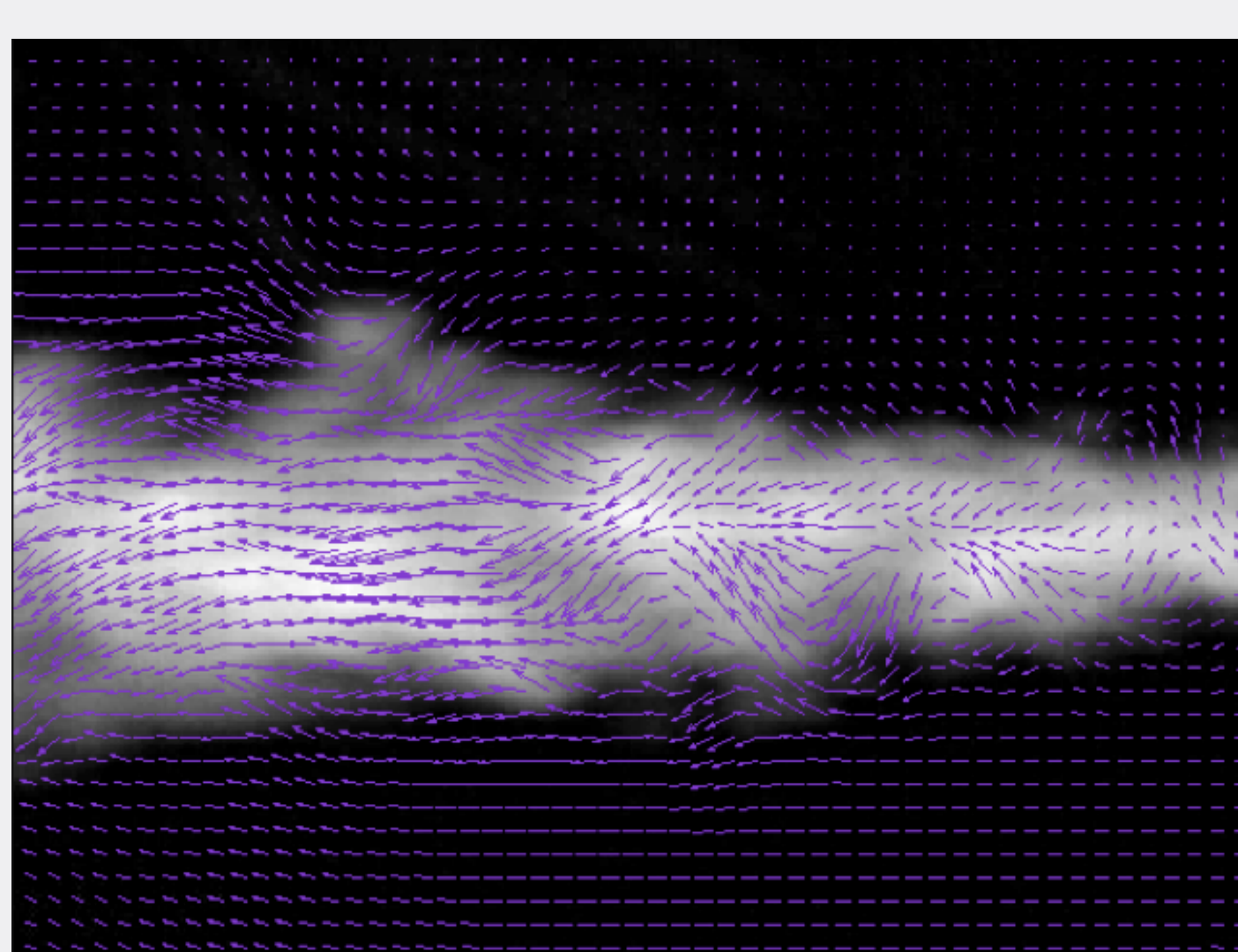
(f) Ensemencement du jet de gaz

Résultats de vélocimétrie du gaz par imagerie infrarouge

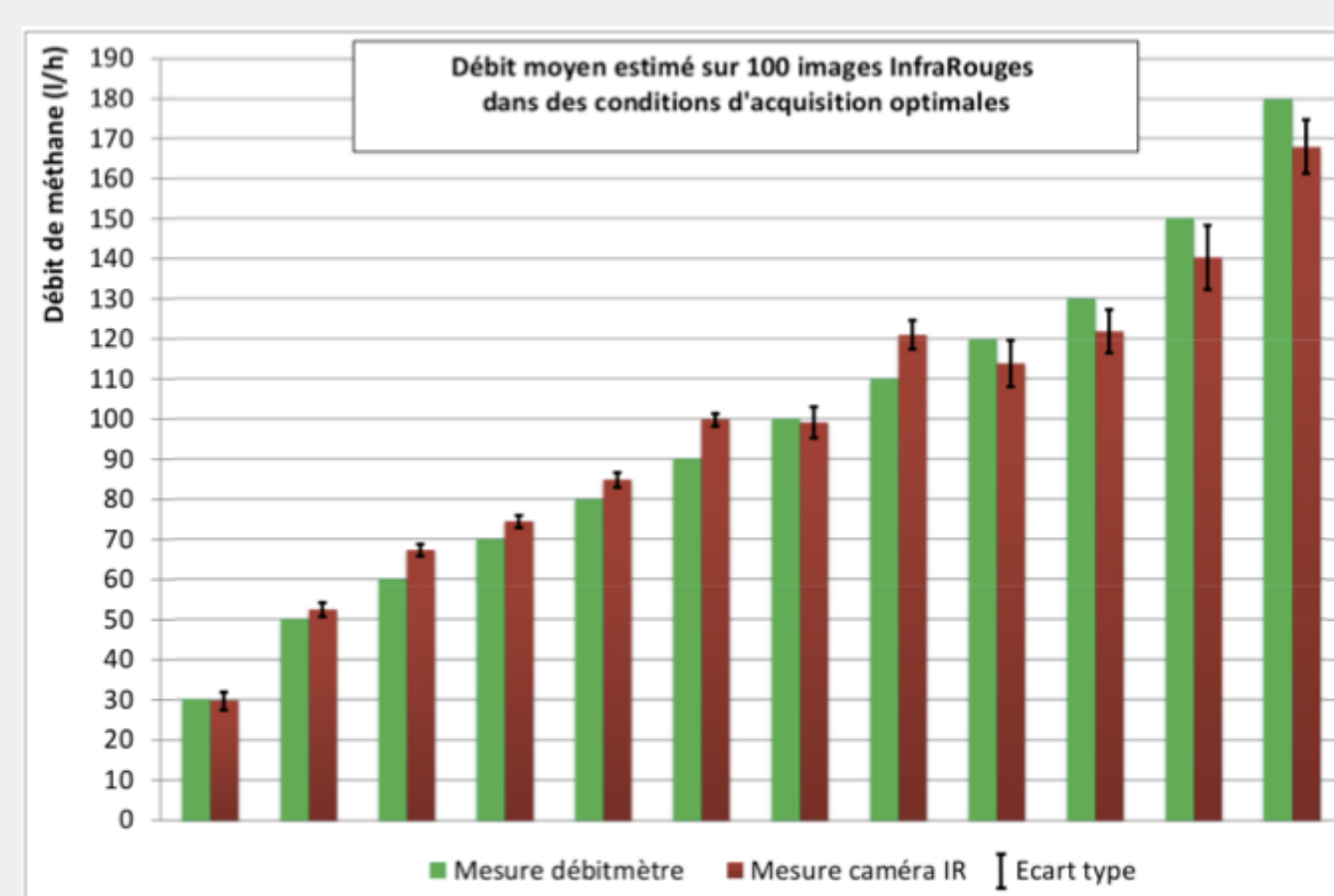
Comparaisons : vélocimétrie infrarouge / mesure PIV et estimation du débit par imagerie infrarouge / débitmètre.



(g) PIV/Vélocimétrie IR



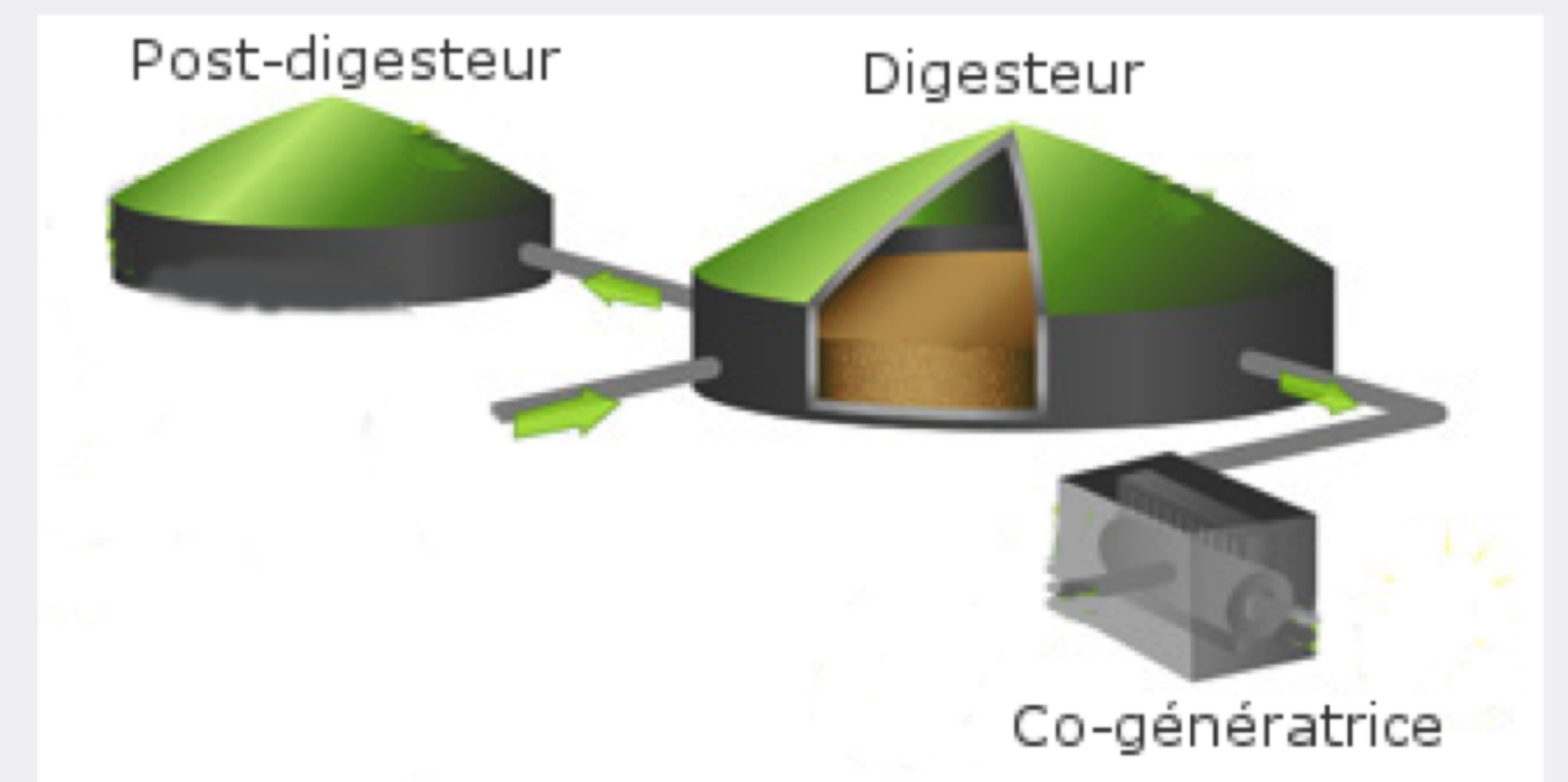
(h) Vélocimétrie IR instantanée



(i) Débit de gaz

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

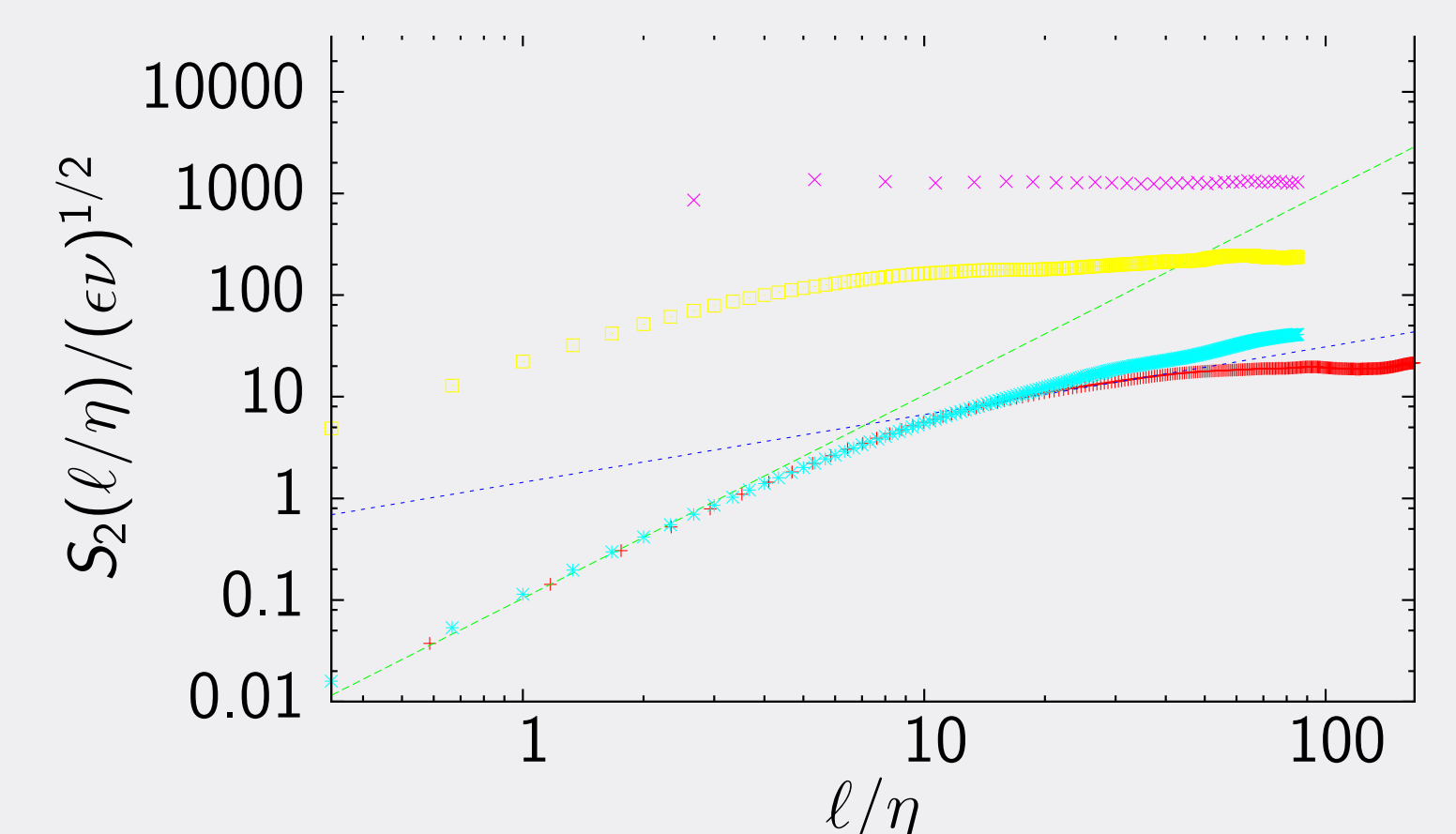
$$f_d(I, \mathbf{v}) = \partial_t I + \mathbf{v} \cdot \nabla I + I - g(\mathbf{x}, I).$$

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

