

# PROTOCOLE D'UTILISATION LASERMETHANE-MINI-G

## POUR MESURER LES ÉMISSIONS DE MÉTHANE DES VACHES LAITIÈRES AU PÂTURAGE

### QU'EST-CE QUE LE LASERMETHANE-MINI-G



Le LaserMethane mini-g (LMM-g) est un laser détecteur de méthane développé par Tokyo Gas Engineering Solutions principalement utilisé pour détecter le méthane provenant de fuites de gaz dans les mines, l'industrie pétrochimique et les décharges.

Depuis une dizaine d'années, ce LMM-g est utilisé par des chercheurs pour mesurer la concentration en méthane de l'air expiré ou éructé par les vaches et quantifier leurs émissions de méthane (Chagunda et al. 2009 ; Chagunda 2013 ; Ricci et al. 2014 ; Bruder et al. 2017 ; Sorg et al. 2021).

Son principe de fonctionnement est basé sur la spectroscopie d'absorption infrarouge. Il permet de mesurer la concentration cumulée de méthane ( $\text{CH}_4$ ) le long du trajet du laser ou la concentration moyenne de  $\text{CH}_4$  (ppm) multipliée par la longueur de la trajectoire (m).

La valeur mesurée est exprimée en densité de colonne de  $\text{CH}_4$  (ppm m). Le LMM-g mesure le  $\text{CH}_4$  de façon instantanée (toutes les  $\frac{1}{2}$  secondes) dans une plage de 1 à 50 000 ppm m (jusqu'à 5 % en volume) avec une précision de 10 %. Il peut être utilisé à une distance comprise entre 0,5 et 30 m et dans une plage de température allant de -17 à +50 °C.

Les données peuvent être stockées dans un fichier csv sur un appareil Android connecté sans fil et exécutant l'application GasViewer. Il peut s'agir, par exemple, d'un téléphone mobile ou d'une tablette.

Sa petite taille et sa facilité d'utilisation en font un outil idéal pour réaliser des mesures au pâturage sur un grand nombre d'animaux.

### QUELS ÉQUIPEMENTS NÉCESSAIRES POUR MESURER LES ÉMISSIONS DE MÉTHANE ENTÉRIQUE DES VACHES LAITIÈRES AU PÂTURAGE AVEC LE LASERMETHANE-MINI-G ?



Le LMM-g porté autour du cou pour mesurer la concentration en méthane de l'air expiré ou éructé par l'animal.



Un mètre laser attaché au laser via des élastiques, qui permet de mesurer la distance entre le LMM-g et l'animal pour maintenir la même distance durant la mesure.



Un chronomètre porté autour du cou pour être en mesure de stopper l'enregistrement au bout de 4 minutes.



Un smartphone avec l'application GasViewer pour enregistrer les données dans un fichier csv.



Un brassard pour smartphone pour porter le smartphone sans avoir besoin de le tenir.



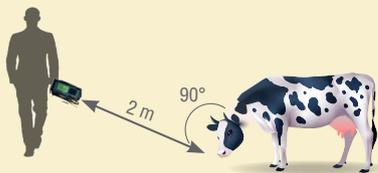
Une feuille d'observation pour noter le numéro de l'animal, l'heure de début et de fin de chaque mesure, l'activité de l'animal (debout, couché, ingestion, rumination) et les événements qui viendraient perturber la mesure.



## DÉROULEMENT DES MESURES SANITAIRES

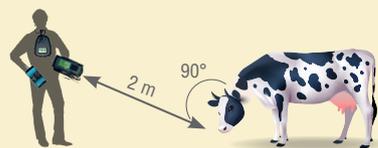
### Étape n°1 : Se préparer à une mesure

L'opérateur s'approche jusqu'à se situer à 2 mètres du flanc l'animal. Il note le numéro de l'animal, l'heure et l'activité de l'animal (debout/couché ; ingère/rumine/rien). Il se place au niveau de la tête, perpendiculaire à celle-ci, et vise le naseau de l'animal avec le pointeur du laser. Il vérifie que la distance qui sépare le laser du naseau est bien de 2 mètres. La mesure peut commencer.



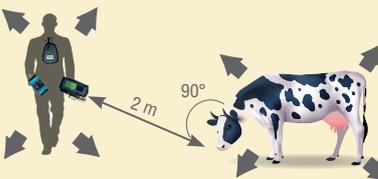
### Étape n°2 : Démarrer une mesure

L'opérateur enclenche l'enregistrement de la mesure sur le smartphone tout en gardant le laser pointé sur le naseau de l'animal. À la suite, il enclenche le chronomètre.



### Étape n°3 : Réaliser une mesure

Durant la mesure, l'opérateur fait en sorte de rester à la bonne distance, avec le bon angle, le laser pointé sur le naseau de l'animal et se déplace donc en même temps que l'animal. Si l'animal change d'activité durant la mesure (exemple : il se couche, il se met à ruminer...), l'opérateur note ce changement et la minute et seconde du chronomètre sur la feuille d'observation.



### Étape n°4 : Finir de la mesure

Une fois les 4 minutes passées, l'opérateur sauvegarde la mesure sur le smartphone, note l'heure de fin de mesure et peut passer à l'animal suivant.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Bruder, T., Rouillé, B., Yan, T., Chagunda, M. G. G., 2017. ICAR Technical Series 22, 27-33.
- Chagunda, M. G. G., Ross, D., Rooke, J., Yan, T., Douglas, J.-L., Poret, L., McEwan, N. R., Teeranavattanakul, P., Roberts D. J., 2013. Animal Science 63(2), 68-75
- Chagunda, M.G.G., Ross, D., Roberts, D.J., 2009. Computers and Electronics in Agriculture 68(2), 157-60.
- Ricci, P., Chagunda, M. G. G., Rooke, J., Houdijk, J. G. M., Duthie, C.-A., Hyslop, J., Roehle, R., Waterhouse A., 2014. Journal of Animal Science 92(11), 5239-50.
- Sorg, D., 2021. Methane 1(1), 38-57.

## COMMENT COMPARER LES ÉMISSIONS DE MÉTHANE DES ANIMAUX À PARTIR DES DONNÉES DU LMM-G ?

### Quel type de données enregistre le LMM-g ?

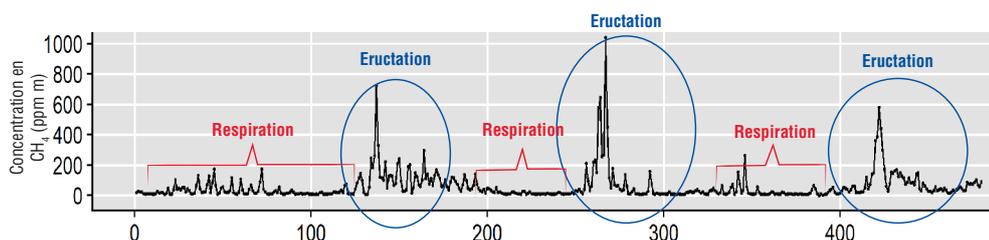
Le LMM-g enregistre un signal de 4 minutes avec une donnée toutes les 1/2 seconde, soit 480 données par mesure. Ce signal comporte des pics de concentration en CH<sub>4</sub>.

La littérature scientifique décrit différentes méthodes pour analyser les données enregistrées par le LMM-g notamment en redécoupant le signal en différentes séquences :

1. **Statistiques descriptives sur l'ensemble des données.**
2. **Statistiques descriptives sur les pics :** un pic est alors défini comme une concentration en CH<sub>4</sub> précédée et suivie dans le temps par des concentrations en CH<sub>4</sub> plus faibles
3. **Statistiques descriptives sur les pics**

**liés à la respiration :** les concentrations en CH<sub>4</sub> liées à la respiration sont toutes les concentrations inférieures au seuil calculé à partir de la méthode des box plots ( $S = Q3 + (1.5 \times (Q3 - Q1))$ ) (Sorg et al. 2021). Ce seuil peut également être simplement calculé comme étant le 1 écart-type supérieur à la moyenne (Sorg et al. 2021).

4. **Statistiques descriptives sur les pics liés à l'éruccation :** les concentrations en CH<sub>4</sub> liées à l'éruccation sont toutes les concentrations supérieures au seuil calculé à partir de la méthode des box plots ( $S = Q3 + (1.5 \times (Q3 - Q1))$ ) (Sorg et al. 2021). Ce seuil peut également être simplement calculé comme étant 1 écart-type supérieur à la moyenne (Sorg et al. 2021).



### Quelles variables utiliser dans ce signal pour comparer les animaux ?

De nombreuses variables calculées à partir

du signal ont été étudiées dans la littérature. Le tableau ci-dessous résume ces variables et leurs significations (issue de Sorg, 2021).

Catégories	Variables	Explications
Toutes les valeurs	Moyenne	Concentration en CH <sub>4</sub> dans la respiration, y compris l'éruccation ré inspirée et expirée, et concentration de fond en CH <sub>4</sub>
	Maximum	Concentration la plus élevée en CH <sub>4</sub>
	Somme	Concentration cumulée de CH <sub>4</sub> , y compris concentration de fond en CH <sub>4</sub>
Pics	Moyenne	Concentration de CH <sub>4</sub> dans la respiration, y compris le CH <sub>4</sub> ré inspiré et l'éruccation expirée concentration de fond en CH <sub>4</sub>
	Nombre	Proxy pour la fréquence de respiration des animaux
	Somme	Concentration cumulée de CH <sub>4</sub> dans l'air ambiant sans concentration de fond en CH <sub>4</sub>
Pics liés à la respiration	Moyenne	Concentration de CH <sub>4</sub> de l'air émis par l'animal lors de sa respiration, sans éruccation
	Nombre	Fréquence de la respiration mais sans éruccation - physiologiquement non significatif.
	Maximum	Pic le plus élevé de CH <sub>4</sub> sans éruccation
	Somme	Concentration cumulée de CH <sub>4</sub> dans l'air expiré sans éruccation et concentration de fond en CH <sub>4</sub>
	Durée	Durée de la respiration pendant la mesure
Pics liés aux éruccations	Moyenne	Concentration moyenne de CH <sub>4</sub> de l'air émis par l'animal lors des éruccations uniquement
	Nombre	Fréquence du souffle pendant l'éruccation - physiologiquement non significatif
	Maximum	Concentration unique la plus élevée de CH <sub>4</sub> (comme pour "toutes les valeurs")
	Somme	Concentration cumulée de CH <sub>4</sub> de l'air émis par l'animal lors des éruccations uniquement
	Durée	Durée d'éruccation pendant la mesure
	Pourcentage	Part des pics d'éruccation à partir de tous les pics d'une mesure

## CONTACTS

Raphaël Boré (Institut de l'Élevage) : raphael.bore@idele.fr - Benoit Rouillé (Institut de l'Élevage) : benoit.rouille@idele.fr