# ESSAI EMISSIONS DE $N_2O$ EN PRAIRIE FAUCHEE, POUR DIFFERENTES MODALITES DE FERTILISATION, A LA REUNION

## Protocole expérimental

*Maëva MIRALLES-BRUNEAU, Saint Pierre, février 2013*

Cirad –UMR SELMET – équipe CIEEL

# 1. PRÉSENTATION DE L'ESSAI :

## 1.1 Objectif de l'essai :

Quantification des émissions de N2O et CO2 en prairie fauchée à la Réunion, en lien avec les pratiques de fertilisation

Résultats et délivrables :

- Essai préliminaire à une étude visant à quantifier les émissions saisonnières de N2O et CO2 des systèmes prairiaux à la Réunion : acquisition de méthodologie, validation d'un protocole en routine
- Bilan C et N semi-complet sur les essais fertilisation
- référentiel sur la fertilisation raisonnée des prairies
- fiche technique sur les bonnes pratiques de fertilisation

Durée : novembre 2012 à juillet 2013.

## 1.2. Site d'essais :

Essais en micro-parcelle expérimentale, sur les dispositifs de l'essais fertilisation du CIRAD – UMR SELMET, sur la ferme de la SICALAIT, à la Plaine des Cafres

Modalités de fertilisation testées :

Fertilisation « minéral », « organique » ou « organique et minéral »

| Traitement | Type de fertilisant | Détail apports à l'hectare | Apports théorique en azote (kg N/ha/an) |
|---|---|---|---|
| **T1** | **0 engrais** | **0 fumure** | **0** |
| **T2** | **minéral** | **70 kg engrais minéral / coupe** | **440** |
| **T3** | **lisier** | **40 m³ lisier / coupe** | **720** |
| **T4** | minéral + lisier | 40 m³ lisier / coupe + 30 kg engr. min / coupe | 910 |
| **T5** | lisier | 70 m³ lisier / coupe | 1260 |
| **T6** | composte | 7,2 t composte /coupe alternée | 350 |
| **T7** | minéral + composte | 7,2 t composte /coupe alternée + 56 kg engr. min / coupe | 700 |
| **T8** | **composte** | **12 t composte /coupe alternée** | **580** |
| **T9** | minéral + composte | 12 t composte /coupe alternée + 48 kg engr. min / coupe | 880 |
| **T10** | minéral | 120 kg N engr. min / coupe | 760 |

Itinéraire technique du dispositif :

5 et 8 coupes par an déclenchées en fonction du stade de maturité et de la hauteur d'herbe (parcelle la plus précoce déclenche la coupe). Fertilisation un jour après chaque coupe, excepté pour le composte (1 coupe sur 2). Deux apports PK par an sur les modalités fertilisation minérale seule.

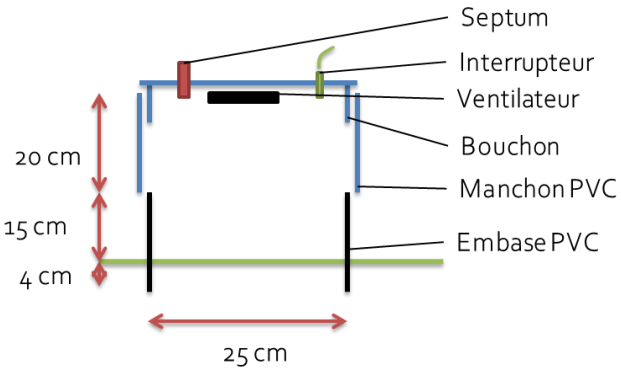
## Plan en bloc complet :

| Bloc | Parcelle | Traitement |
|---|---|---|
| B1 | P1 | T6 |
| | P2 | T2 |
| | P3 | T8 |
| | P4 | T3 |
| | P5 | T1 |
| | P6 | T9 |
| | P7 | T4 |
| | P8 | T10 |
| | P9 | T5 |
| | P10 | T7 |
| | | |
| B2 | P11 | T9 |
| | P12 | T1 |
| | P13 | T10 |
| | P14 | T5 |
| | P15 | T4 |
| | P16 | T8 |
| | P17 | T2 |
| | P18 | T6 |
| | P19 | T7 |
| | P20 | T3 |
| | | |
| B3 | P21 | T3 |
| | P22 | T2 |
| | P23 | T4 |
| | P24 | T7 |
| | P25 | T9 |
| | P26 | T6 |
| | P27 | T8 |
| | P28 | T10 |
| | P29 | T1 |
| | P30 | T5 |

Parcelle : 0,7 x 6 m (4 m²)

# 2. PROTOCOLE :

## 2.1. Mesure des émissions de N20 et C02 en parcelle :




Les émissions de gaz sont mesurées à l'aide de chambres statiques cylindriques en PVC, d'un diamètre de 25 cm et d'une hauteur de 35 cm. Elles sont composées d'un embase, sur laquelle s'emboîte un manchon et un bouchon. Celui-ci est équipé d'un septum pour le prélèvement des échantillons de gaz et d'un ventilateur. Les chambres sont peintes en blanc pour réverbérer les rayons du soleil et éviter un "effet de serre" à l'intérieur de la chambre qui pourrait perturber la mesure. Les embases sont enterrées dans le sol, à 4 cm de profondeur, trois semaines avant la première mesure pour permettre au sol de se stabiliser.

Les émissions de N2O et CO2 sont mesurées autour des dates de fertilisation azotée, à J-1, J+1, J+3, J+7 et J+15.

En début de mesure les chambres sont fermées et trois prélèvements sont fais à T0, T 30 min et T60 min. T0 donne la valeur ambiante de la parcelle. On part de l'hypothèse que cette valeur n'évolue pas pendant la durée de la mesure. Et que la valeur ambiante extérieure n'influence pas celle à l'intérieure de la chambre, celle-ci étant étanche.

Les mesures commencent à 10h (T0). Avant chaque prélèvement, le ventilateur est déclenché pendant une minute afin d'homogénéiser l'air et supprimer l'éventuelle formation d'un gradient de gaz à l'intérieur de la chambre. Le prélèvement est fait à l'aide d'une seringue (20 ml BD DISCARDIT; aiguilles 0,8* 40 mm, BD Microlance) à traverse un septum (bouchon de tube de prélèvement BD Vacutainer®). Trois va et vient du piston sont effectués, puis 17 mL sont injectés dans un tubes à vise sous vide de 12 mL (839W Exetainer Labco ) prévus à cet effet (légère surpression nécessaire pour l'analyse). L'heure est notée à chaque prélèvement.

L'évolution de la température sera suivi tout le long de la mesure sur un échantillon de trois chambres (capteurs de température 107 Campbell reliés à une centrale d'acquisition CR 800 Campbell sci).

Après prélèvement, les tubes sont hermétiquement fermés par de la cire puis conservés à 4°C. Après chaque séquence de mesure, les tubes sont envoyés à l'UPR Recyclage et risque, à Montpellier, pour analyse par chromatographie en phase gazeuse.

## 2.2. Mesure des conditions environnementales :

Les **données météo** seront mesurées en continue, à l'aide d'une station météo sur site (centrale d'acquisition Campbell sci CR510, avec anemomêtre, girouette, pluviomètre, capteur de température et d'humidité de l'air Campbell sci CS2015). La température et pression atmosphérique au sein des cloches sera mesurée à l'aide d'un capteur portable (capteur AQ 200 S + module MHTP, KIMO®).

Une **caractérisation des sols** sera réalisée à travers l'étude des analyses effectuées depuis 2004 (granulométrie, composition chimique), complétée par de nouvelles mesures réalisées au cours de l'essais (analyse standard de sol, 20/11/2012; mesure de la densité apparente du sol, avril 2013).

**la température et de la teneur en eau du sol**, seront mesurées en continue, à l'échelle de la parcelle, afin de suivre l'évolution de ces paramètres tout au long de l'essai. Ces mesures ce ferons à l'aide de trois sondes TDR (une par bloc) de teneur en eau (CS616, Campbellsci) et d'un capteur de température (une pour tout le dispositif) du sol (thermistant 107 Campbell sci).
La température et la teneur en eau du sol seront également mesurées au sein de chaque chambre, à chaque date de mesure, à l'aide de capteurs portables (thermomètre digital; Humidimètre de sol Fieldscout TDR300) .

Un échantillon de sol sera prélevé en début de séquence, avant fertilisation (J-1), à côté des chambres (trois carottes de 10 cm de profondeur). Sur chaque échantillon il sera mesuré l'azote minérale (Azote nitrique et ammoniacal (ISO 14256) : extraction par KCl 1M, dosage en flux continu), le pH (mesure électrométrique au pH-mètre sur extrait 1/5 (V/V)). Ces analyses seront réalisées au laboratoire d'analyse de Saint Denis.

A chaque **fauche**, sera réalisé un diagnostic de composition floristique; une mesure de hauteur d'herbe (Herbomètre) et de rendement, et une analyse de la composition du fourrage (matière sèche, teneur en azote et carbone) par spectrométrie en proche infrarouge.

A chaque apport de **fertilisant organique**, un prélèvement sera réalisé pour analyse de matière sèche, teneur en azote et carbone.

# 3. TEST PRÉLIMINAIRE

## 3.1. Objectif :

Un test préliminaire a été réalisé sur la période du 20 au 29 novembre 2011, visant à évaluer la variabilité intra parcellaire des émissions de N2O et CO2.

## 3.2. Protocole détaillé :

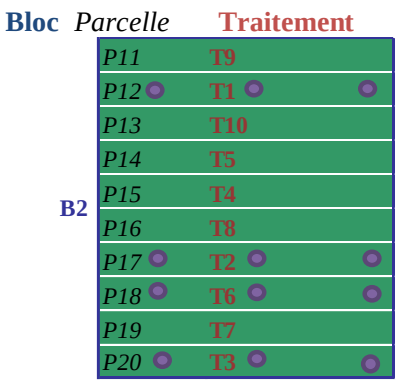
Le test à porté sur quatre parcelles (P 12, P17, P 18, P20) correspondant respectivement à quatre modalités de fertilisation contrastées : T1 : 0 fumure, T2 : 70 kg engrais minéral, T3 : 40 m³ lisier, T5 : 70 m³ lisier, T6 : 7,2 t composte.

Sur chaque micro-parcelle, trois chambres statiques ont été placées dans le sens de la longueur.

Le test a porter sur 4 dates : J-1 (jour précédent la fauche), J+1 (jour suivant la fertilisation), J+4 (quatre jours après la fertilisation) et J+7 (sept jours après la fertilisation). Les mesures ont été réalisées entre 10h (T0) et 11h (T60).

Le mode de prélèvement est le même que celui indiqué précédemment.

## 3.3. Dispositif test:




**Légende :**

- : Chambres statique nouveau modèle
- : Station météo

T1 : 0 fumure
T2 : 70 kg engrais minéral
T3 : 40 m³ lisier
T6 : 7,2 t composte

Identification des échantillons de gaz :

- Date de mesure_N°parcelle_N°Chambre_N°Echantillon
  ex : J-1_P17_C3_T60
- Code couleur : T0 : vert; T 30 : bleu; T60 : rouge),

## 3.3. Résultats de l'essai teste:

L'analyse statistique des résultats de l'essai teste, à mise en avant une variabilité intra parcellaire non significatif, ce qui justifie le choix de maintenir un essai avec deux chambre par micro-parcelles.

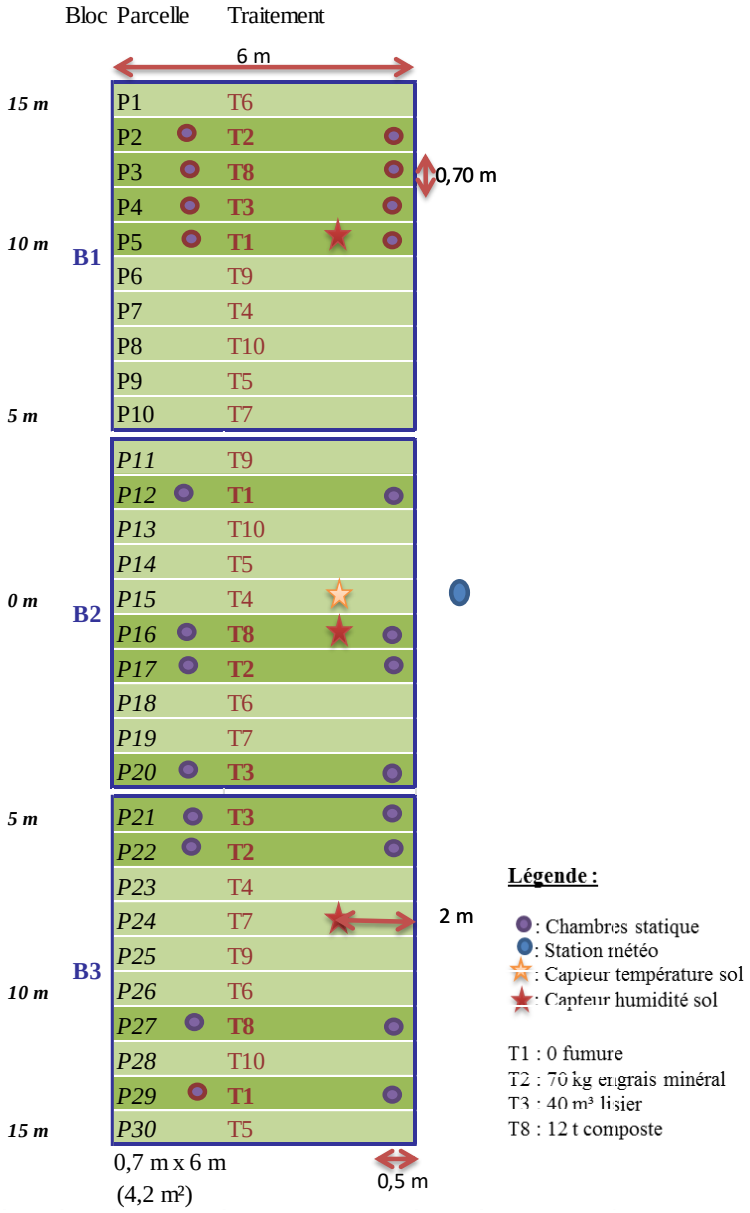
# 4. Dispositif expérimental :

L'essai porte sur quatre modalités de fertilisation contrastées : T1 : 0 fumure, T2 : 70 kg engrais minéral, T3 : 40 m³ lisier, T8 : 12 t composte. Il est réalisé sur les trois blocs du dispositif.

Sur chaque micro-parcelle, deux chambres statiques ont été placées dans le sens de la longueur.

Le suivi est réalisé sur 4 dates : J-1 (jour précédent la fauche), J+1 (jour suivant la fertilisation), J+4 (quatre jours après la fertilisation) et J+7 (sept jours après la fertilisation). Les mesures ont été réalisées entre 10h (T0) et 11h30.

Le mode de prélèvement est le même que celui indiqué précédemment.



La veille de chaque mesure :

- Préparer et imprimer les étiquettes de tubes selon la codification : date_codeChambre_tempsDePrélèvement (ex : 20/11/12_P17C1_T60),
- Préparer les kits de prélèvement : coller les étiquettes sur les tubes, placer les trois tubes correspondants dans la boite de prélèvement associé à la chambre correspondante, ajouter une aiguille, une seringue, un tube de « secours »,
- Vérifier le fonctionnement des ventilateurs des bouchons,
- Vérifier les septums des bouchons

Le jour de la mesure :

Arriver sur le site vers 9 heure du matin.

- Positionner devant chaque embase : le manchon, le bouchon et le kit de prélèvement correspondant,
- Positionner les manchons sur leur embase, en vérifiant bien l'étanchéité,
- Placer les piles sur chaque bouchon,
- Mesurer de la hauteur d'herbe sur chaque parcelle suivie (10 mesures par parcelle) et noter les valeurs sur la feuille de saisie,
- Prendre en photo chaque parcelle,
- Mesurer de l'humidité du sol au niveau de chaque chambre statique (Humidimètre de sol Fieldscout TDR300) et noter les valeurs sur la feuille de saisie,
- Mesurer de la température du sol au niveau de chaque chambre statique et noter les valeurs sur la feuille de saisie,
- Mesurer des conditions atmosphériques de la parcelle (pression atmosphérique, température de l'aire, humidité de l'aire), en début de manipulation (capteur AQ 200 S + module MHTP, KIMO®) et noter les valeurs sur la feuille de saisie,
- A 10 heure, commencer les prélèvements. Les deux préleveurs se positionnent de parte et d'autre de la 1$^{er}$ parcelle, au niveau des chambres statiques. Le prélèvement ce fait parcelle par parcelle, en partant de la parcelle 29 :
    - Fermer la chambre à l'aide du bouchon correspondant, après avoir allumé le ventilateur, en vérifiant l'étanchéité,
    - Laisser fonctionner le ventilateur pendant une minute, puis l'éteindre,
    - Insérer la seringue dans le septum et effectuer trois va et vient du piston, puis injecter 17 mL d'air dans le tubes à vise sous vide de 12 mL,
    - Noter l'heure de prélèvement sur la fiche de saisie,
    - Passer à la chambre statique suivante, en laissant la chambre statique,
    - A 10h30, puis 11h, faire les 2$^{e}$ et 3$^{e}$ prélèvements en suivant la même démarche,
- En fin de mesure, mesurer les conditions atmosphériques au sein des chambres statiques (pression atmosphérique, température de l'aire, humidité de l'aire) en fin de manipulation, sur les chambres munies d'un septum amovible (capteur AQ 200 S + module MHTP, KIMO®).
- Effectuer un prélèvement de sol sur chaque parcelle, pour mesurer la teneur en azote minéral du sol,
- Ranger le matériel,
- Une fois rentré de terrain, les tubes sont hermétiquement fermés par de la cire, conditionné dans une boite de transport, en respectant l'ordre de la fiche de suivi du laboratoire. Conservés les tubes à 4°C dans un réfrégirateur,
- Remplir les fiches de suivi des laboratoires,
- Remplir les tables dans la base de donnée,

# ESSAI EMISSIONS DE $N_2O$ EN PRAIRIE FAUCHEE, POUR DIFFERENTES MODALITES DE FERTILISATION, A LA REUNION

## Protocole expérimental synthétique

*Maëva MIRALLES-BRUNEAU, Saint Pierre, août 2013*

Cirad –UMR SELMET – équipe CIEEL

# Essai Bilan des pertes d'azote sous forme gazeuse (N2O, NH4) en prairie pour différentes modalités de fertilisation

## Dispositif expérimental

*Cirad –UMR SELMET – équipe CIEEL*

## Objectif :

Quantification des émissions de N2O et NH3 en prairie fauchée à la Réunion, en lien avec les pratiques de fertilisation

## Résultats et délivrables :

- Essai préliminaire à une étude visant à quantifier les émissions saisonnières de N2O et NH3 des systèmes prairiaux à la Réunion : acquisition de méthodologie, validation d'un protocole en routine
- Bilan C et N complet sur les essais fertilisation
- référentiel sur la fertilisation raisonnée des prairies
- fiche technique sur les bonnes pratiques de fertilisation

**Durée :** Mise en place en octobre 2012, pour une durée d' 1 an,

## Site d'essais :

Essais en micro-parcelle expérimentale, sur les dispositifs de l'essais fertilisation du CIRAD – UMR SELMET, sur prairies tempérées , sur la ferme de la SICALAIT, à la Plaine des Cafres

## Emissions quantifiées pour 10 modalités de fertilisation :

Fertilisation minéral, organique ou organique + minéral

| Traitement | Type de fertilisant | Détail apports à l'hectare | Apports théorique en azote (kg N/ha/an) |
|---|---|---|---|
| **T1** | **0 engrais** | **0 fumure** | **0** |
| **T2** | **minéral** | **70 kg engrais minéral / coupe** | **440** |
| **T3** | **lisier** | **40 m³ lisier / coupe** | **720** |
| **T4** | minéral + lisier | 40 m³ lisier / coupe + 30 kg engr. min / coupe | 910 |
| **T5** | lisier | 70 m³ lisier / coupe | 1260 |
| **T6** | composte | 7,2 t composte /coupe alternée | 350 |
| **T7** | minéral + composte | 7,2 t composte /coupe alternée + 56 kg engr. min / coupe | 700 |
| **T8** | **composte** | **12 t composte /coupe alternée** | **580** |
| **T9** | minéral + composte | 12 t composte /coupe alternée + 48 kg engr. min / coupe | 880 |
| **T10** | minéral | 120 kg N engr. min / coupe | 760 |

## Itinéraire technique :

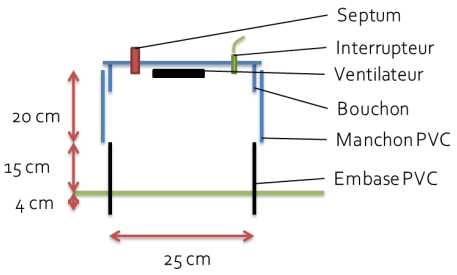
5 et 8 coupes par an déclenchées en fonction du stade de maturité et de la hauteur d'herbe (parcelle la plus précoce déclenche la coupe). Fertilisation après chaque coupe (jour même), excepté pour le composte (1 coupe sur 2). Deux apports PK par an sur les modalités fertilisation minérale seule.

## Plan en bloc complet :

| Bloc | Parcelle | Traitement |
|---|---|---|
| **B1** | P1 | T6 |
| | P2 | T2 |
| | P3 | T8 |
| | P4 | T3 |
| | P5 | T1 |
| | P6 | T9 |
| | P7 | T4 |
| | P8 | T10 |
| | P9 | T5 |
| | P10 | T7 |
| | | |
| **B2** | P11 | T9 |
| | P12 | T1 |
| | P13 | T10 |
| | P14 | T5 |
| | P15 | T4 |
| | P16 | T8 |
| | P17 | T2 |
| | P18 | T6 |
| | P19 | T7 |
| | P20 | T3 |
| | | |
| **B3** | P21 | T3 |
| | P22 | T2 |
| | P23 | T4 |
| | P24 | T7 |
| | P25 | T9 |
| | P26 | T6 |
| | P27 | T8 |
| | P28 | T10 |
| | P29 | T1 |
| | P30 | T5 |

Parcelle : 0,7 x 6 m (4 m²)

# Protocole expérimental




## Chambres

Chambres PVC de 25 cm de diamètre et 35 cm de hauteur à partir du sol. Base permanente insérée à une profondeur de 5 cm, Installée 3 semaines avant le début des essais

## Dispositif :

| Bloc | Parcelle | Traitement |
|---|---|---|
| B1 | P1 | T6 |
| | P2 | T2 |
| | P3 | T8 |
| | P4 | T3 |
| | P5 | T1 |
| | P6 | T9 |
| | P7 | T4 |
| | P8 | T10 |
| | P9 | T5 |
| | P10 | T7 |
| B2 | P11 | T9 |
| | P12 | T1 |
| | P13 | T10 |
| | P14 | T5 |
| | P15 | T4 |
| | P16 | T8 |
| | P17 | T2 |
| | P18 | T6 |
| | P19 | T7 |
| | P20 | T3 |
| B3 | P21 | T3 |
| | P22 | T2 |
| | P23 | T4 |
| | P24 | T7 |
| | P25 | T9 |
| | P26 | T6 |
| | P27 | T8 |
| | P28 | T10 |
| | P29 | T1 |
| | P30 | T5 |

**Légende :**

: Chambres statique

: Station météo

## Protocole de suivi :

- **Mesures préliminaires** :
  - Analyse de la composition floristique
  - Diagnostic pédologique et analyse de sol en début d'essai (novembre 2012)
  - Bilan climatique du site

- **Mesure des émissions de N20** :

2 chambre statique / microparcelle,

**Pour chaque date de fauche (6) :** 5 séquences de mesure à J-1, J+1, J+3, J+7 et J+15.

**Pour chaque séquence (mesures entre 11h et 14h ) :** à fermeture des cloches, prélèvement d'un échantillon de gaz à la seringue à T0, T30min et T60min.

**En parallèle :** mesure de la T° et H° de l'air, de la vitesse du vent (station météo), T° et H° du sol. T° et H° à l'intérieur des cloches.

Prélèvements de sol à côté de chaque cloche pour analyse pH, H°, NH3- et NH4+ du sol,

- **Mesures de biomasse** :

A chaque coupe : mesure de rendement (t MS/ha) et analyse de la composition du fourrage (azote, carbone, en Kg / T MS) par spectrométrie en proche infrarouge.

- **Mesure de fertilisation :**

A chaque fertilisation organique, prélèvement d'un échantillon pour analyse N et C

- **Mesures de contrôle** :
  - Mesure des émissions de CO2 en parallèle,
  - Bilan Azoté à l' échelle de la parcelle


**Contacts :**

Maëva MIRALLES-BRUNEAU : maeva,miralles-bruneau@cirad.fr

Expedite RIVIERE : expedit.riviere@cirad.fr