



HAL
open science

Qualification d'un analyseur isotopique de N₂O – Picarro G5131-i

Adeline Besnault, Agnès Grossel, Antoine Poursat

► **To cite this version:**

Adeline Besnault, Agnès Grossel, Antoine Poursat. Qualification d'un analyseur isotopique de N₂O – Picarro G5131-i. Journées Qualité en Recherche du Département Environnement et Agronomie INRAE, Dec 2019, Paris, France. hal-04502011

HAL Id: hal-04502011

<https://hal.inrae.fr/hal-04502011>

Submitted on 13 Mar 2024

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.



INRA
SCIENCE & IMPACT

Qualification d'un analyseur isotopique de N₂O

Picarro G5131-i



SOMMAIRE

Contexte

Emissions de N_2O par les sols,
processus et quantification,
apports de l'isotopie

1

Matériels & méthodes

Analyseur Picarro G5131-i
(principe, étalonnage, paramètres),
plan de caractérisation de l'interférence du CO_2

2

Interférence

CO_2

Premiers résultats

Quantification des biais,
équations de correction

3

Discussion

Interprétation des résultats

4

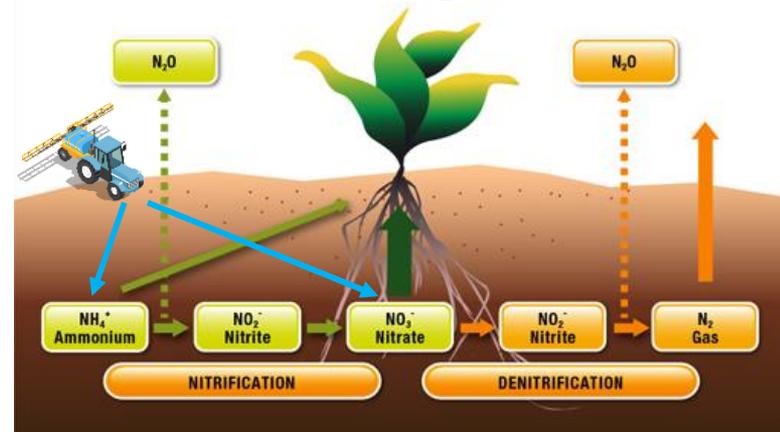
Conclusion &
Perspectives

5

Thématique : émissions de N_2O

- Pouvoir de réchauffement ≈ 300 fois supérieur au CO_2
- 3^{ème} GES en France (*10% effet de serre anthropique*)
- 90% des émissions proviennent de l'agriculture, et essentiellement des sols (\leftrightarrow *fertilisants azotés*)

2 principaux processus microbiens de production de N_2O dans les sols



Un panel d'analyseurs de gaz pour la compréhension et la quantification des émissions de N_2O

Megatec

 N_2O

Spirit

 N_2O
+ CH_4 ou CO_2

CPG-ECD

 N_2O

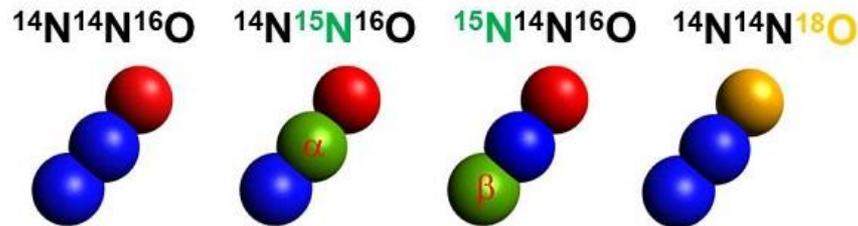
MicroGC

 N_2 , O_2 , N_2O , CO_2 ,
 CH_4 , C_2H_2 , Kr

Picarro

Isotopie du
 N_2O

Quelles sont les formes isotopiques du N_2O ?



Pourquoi on s'y intéresse ?

Utiliser les isotopes du N_2O comme traceurs des processus microbiens à l'origine des émissions de N_2O



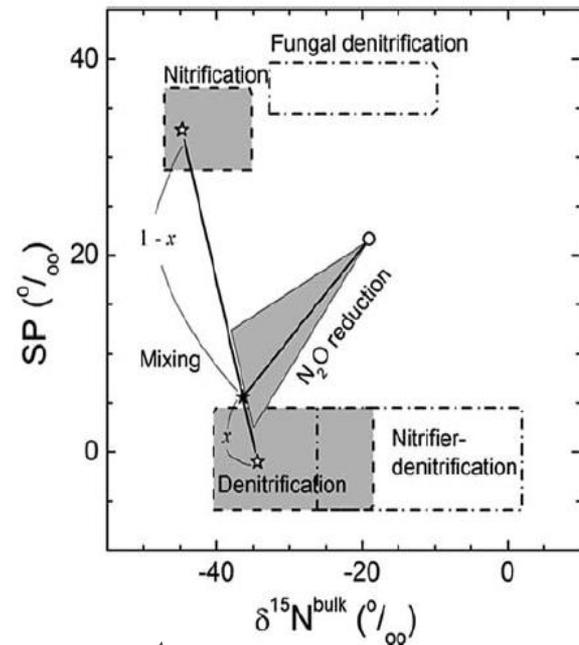
Sols, chambres statiques



Eaux, N_2O dissous



Incubations de sols en conditions contrôlées



Signatures isotopiques différenciées selon les processus impliqués

Picarro G5131-i

 N_2O , $\delta^{15}\text{N}\alpha$, $\delta^{15}\text{N}\beta$ et $\delta^{18}\text{O}$ 

Spectromètre IR de type CRDS

« Cavity Ring-Down Spectroscopy »

Principe :

- Echantillon placé dans une cavité optique hautement réfléchissante (T.O. = 8 km !!!), mesure de l'absorption (décroissance de la lumière) à une λ spécifique, proportionnelle à la concentration (loi de Beer-Lambert)
- Mesure en flux continu ou injection manuelle à la seringue d'un échantillon de ≈ 20 ml (SSIM)

Spécifications :

 $\lambda = 2195,7$ à $2196,3$ cm^{-1} (moyen infra-rouge)[N_2O] : 300 – 1500 ppb

Performances annoncées :

Fidélité sur 24 h en flux continu, dans l'air :

- [N_2O] : $< 0,1$ ppb
- $\delta^{15}\text{N}\alpha$, $\delta^{15}\text{N}\beta$, $\delta^{18}\text{O}$: < 2 ‰

Etalonnage :

4 standards isotopiques à 90 ppm N_2O dans l'air zéro, fabriqués par J. Mohn (EMPA, Suisse), certifiés par le Tokyo Institute of Technology

$$\delta^{15}\text{N} = \left[\frac{^{15}\text{N}/^{14}\text{N}_{ech}}{^{15}\text{N}/^{14}\text{N}_{ref}} - 1 \right] \times 1000 \quad \text{et} \quad \delta^{18}\text{O} = \left[\frac{^{18}\text{O}/^{16}\text{O}_{ech}}{^{18}\text{O}/^{16}\text{O}_{ref}} - 1 \right] \times 1000$$

2

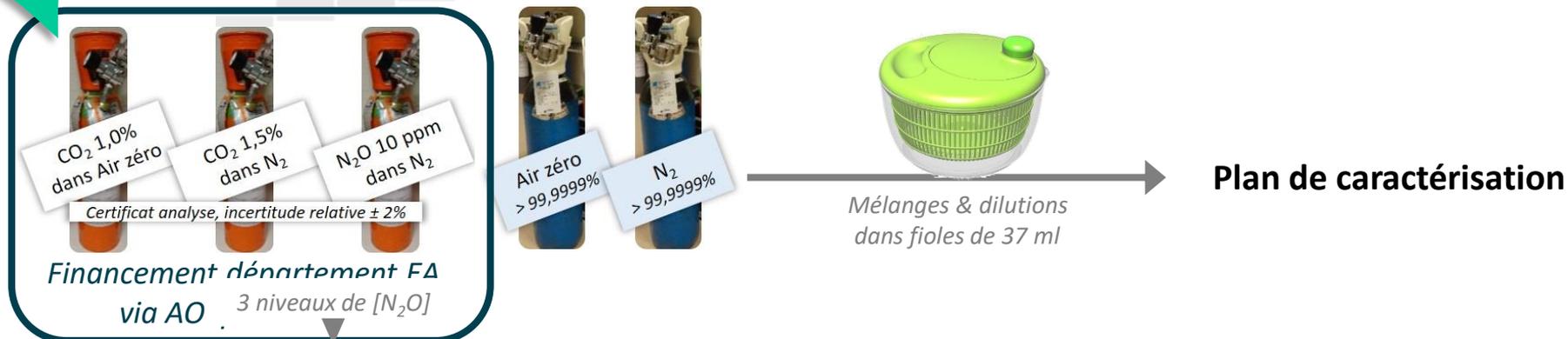
MATERIELS &

Biblio
Discussions
Premiers tests
etc ...

la m
de N



.06

5 niveaux [CO₂]

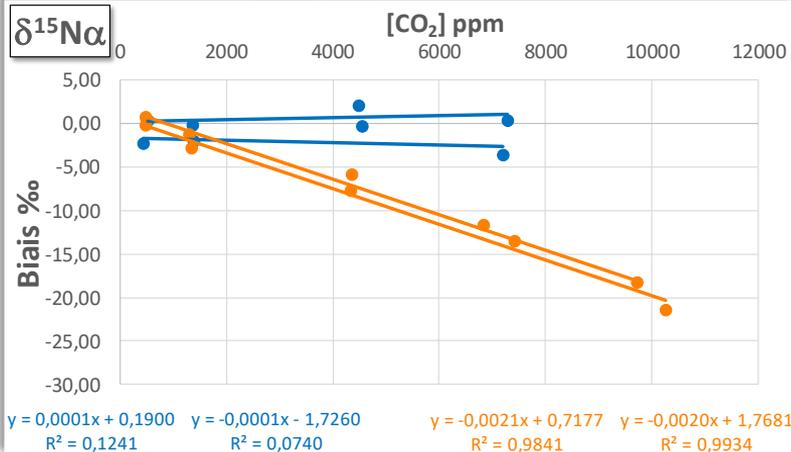
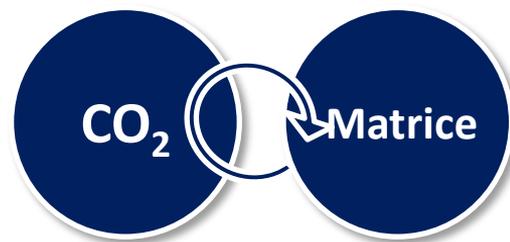
	CO ₂	0	550	1350	4300	7300	10350	
N ₂ O								
N ₂	0,300	0	1800	4500	14350	24350	34500	x 1 série
Matrice : air + N ₂	0,550	0	1000	2450	7800	13300	18800	x 2 séries / matrice
N ₂	0,800	0	700	1700	5400	9100	12950	x 1 série

15 niveaux [CO₂] / [N₂O]

« Référence »

3 répétitions / point

PREMIERS RESULTATS



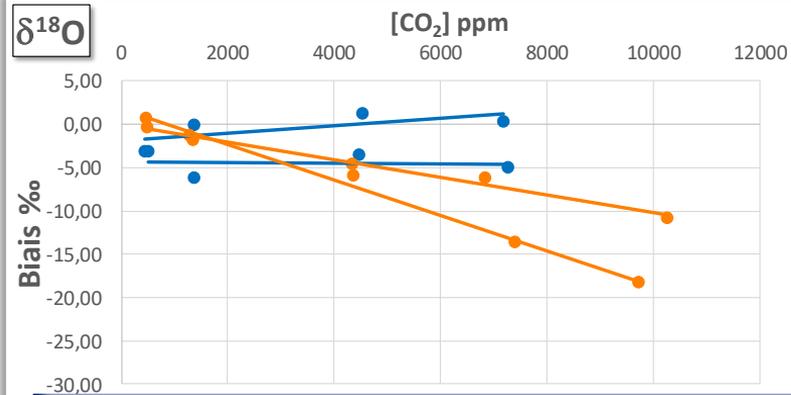
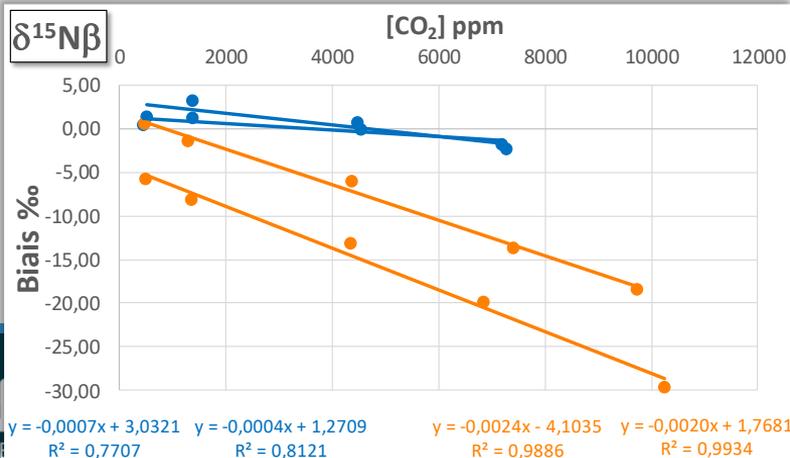
Biais = mesuré – théorique

« Réf » = niveau [CO₂] = 0

[N₂O] constante ≈ 550 ppb

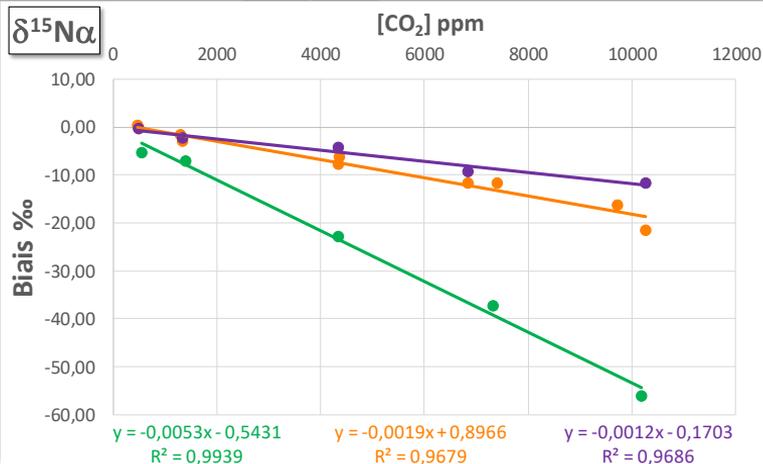
● Air

● N₂



Il y a une interférence du CO₂ dans le N₂ mais pas dans l'air.

PREMIERS RESULTATS



Biais = mesuré – théorique

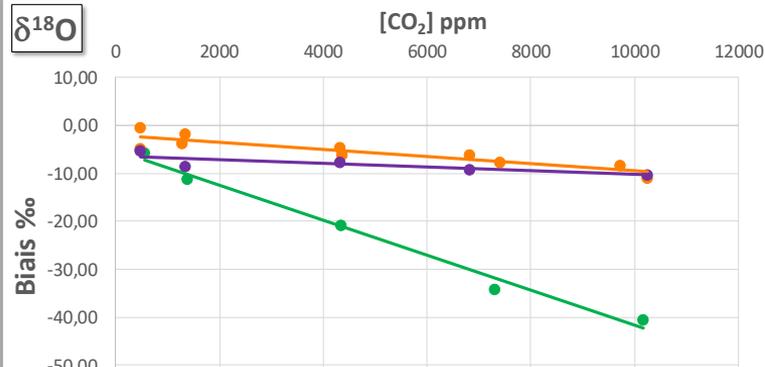
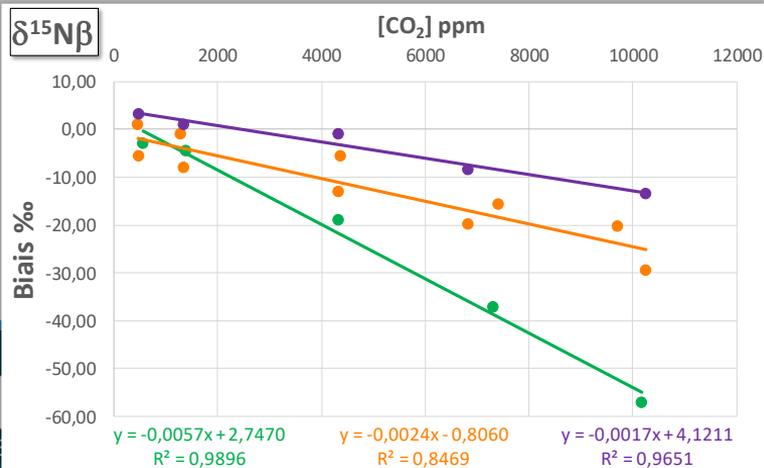
« Réf » = niveau $[\text{CO}_2] = 0$
à chaque niveau $[\text{N}_2\text{O}]$

Matrice N_2

● $[\text{N}_2\text{O}] \approx 300$ ppb

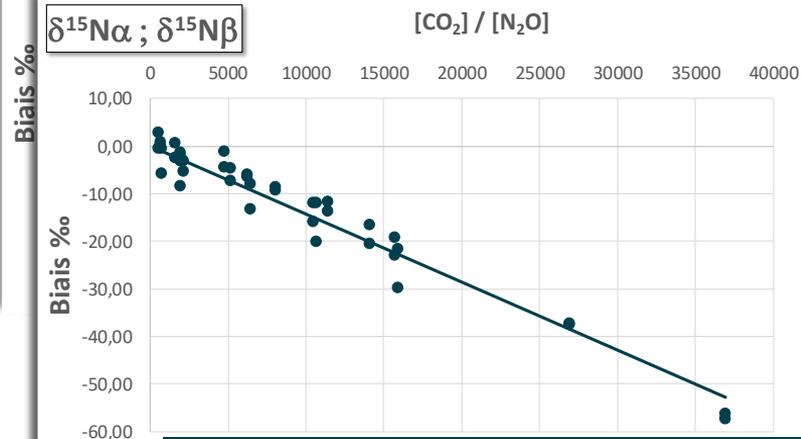
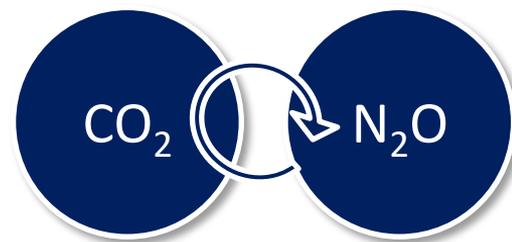
● $[\text{N}_2\text{O}] \approx 550$ ppb

● $[\text{N}_2\text{O}] \approx 800$ ppb

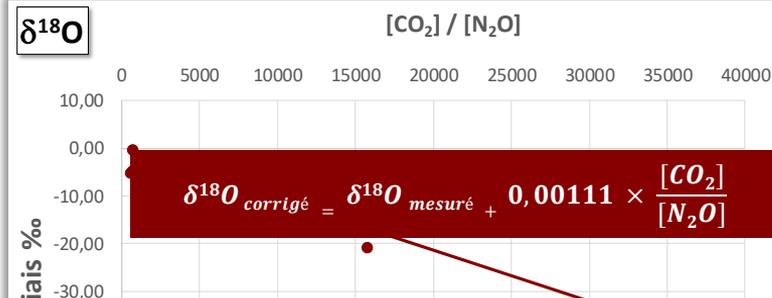


L'interférence du CO_2 dépend de la $[\text{N}_2\text{O}]$.
Le biais est moins élevé quand $[\text{N}_2\text{O}]$ augmente.

PREMIERS RESULTATS



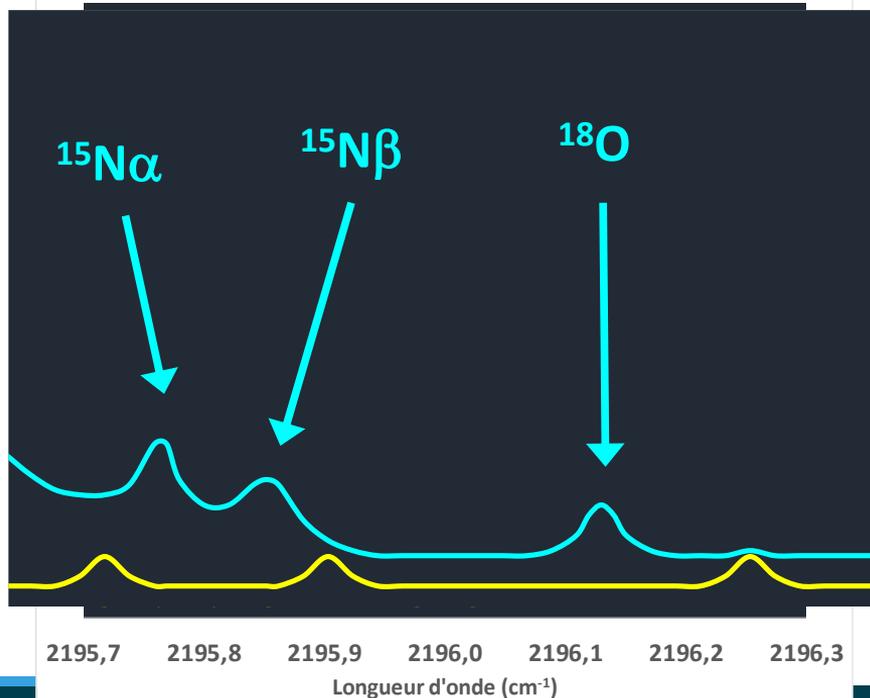
$$\delta^{15}\text{N}_{\alpha, \beta \text{ corrigé}} = \delta^{15}\text{N}_{\alpha, \beta \text{ mesuré}} + 0,00145 \times \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}]}$$



$$\delta^{18}\text{O}_{\text{corrigé}} = \delta^{18}\text{O}_{\text{mesuré}} + 0,00111 \times \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}]}$$



L'interférence du CO_2 est équivalente sur le $^{15}\text{N}\alpha$ et le $^{15}\text{N}\beta$.
L'interférence du CO_2 est moins importante sur le ^{18}O .

Une explication « spectrale » ...

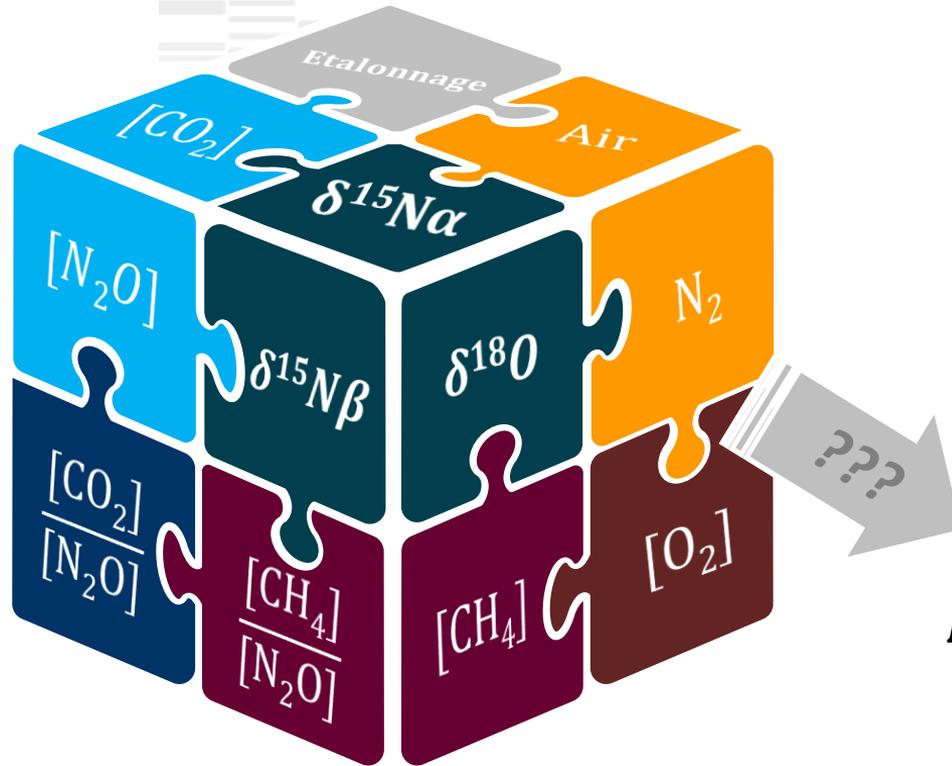
Il y a une interférence du CO₂ dans le N₂ mais pas dans l'air.



L'interférence du CO₂ dépend de la [N₂O].
Le biais est moins élevé quand [N₂O] augmente.



L'interférence du CO₂ est équivalente sur ¹⁵N α et ¹⁵N β .
L'interférence du CO₂ est moins importante sur ¹⁸O.



$$\delta^{15}N_{\alpha, \beta \text{ corrigé}} = \delta^{15}N_{\alpha, \beta \text{ mesuré}} + 0,00145 \times \frac{[CO_2]}{[N_2O]}$$

$$\delta^{18}O_{\text{ corrigé}} = \delta^{18}O_{\text{ mesuré}} + 0,00111 \times \frac{[CO_2]}{[N_2O]}$$

$$\delta^{15}N_{\alpha} = \delta^{15}N_{\alpha \text{ mesuré}} - \text{Biais}$$

$$\text{Biais} = \frac{a}{[N_2O]} + b \frac{[CO_2]}{[N_2O]} + c \frac{[CH_4]}{[N_2O]} + d$$



*Merci de votre
attention!*