

# DEPONIT : Dépôt des nitrates atmosphériques dans les prairies subalpines du Lautaret



I. Bourgeois<sup>1,2,\*</sup>, J-C. Clément<sup>1</sup>, J. Savarino<sup>2</sup>, A. Barbero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LECA-CNRS, Univ. Grenoble Alpes, Grenoble, 38000, France  
<sup>2</sup> LGGE-CNRS, Univ. Grenoble Alpes, Grenoble, 38000, France  
\* [ilann.bourgeois@ujf-grenoble.fr](mailto:ilann.bourgeois@ujf-grenoble.fr)



**Résumé:** Les NO<sub>3</sub> atm. constituent une part non négligeable du NO<sub>3</sub> mesuré dans les torrents du Lautaret.

## Contexte

La forte et récente augmentation de la population terrestre a engendré une course à l'industrialisation et à l'agriculture de masse, avec pour conséquence – entre autre – l'émission massive de composés azotés réactifs dans l'atmosphère (Fig. 1).

1860 (15 Tg.N.an<sup>-1</sup>)

1993 (156 Tg.N.an<sup>-1</sup>)

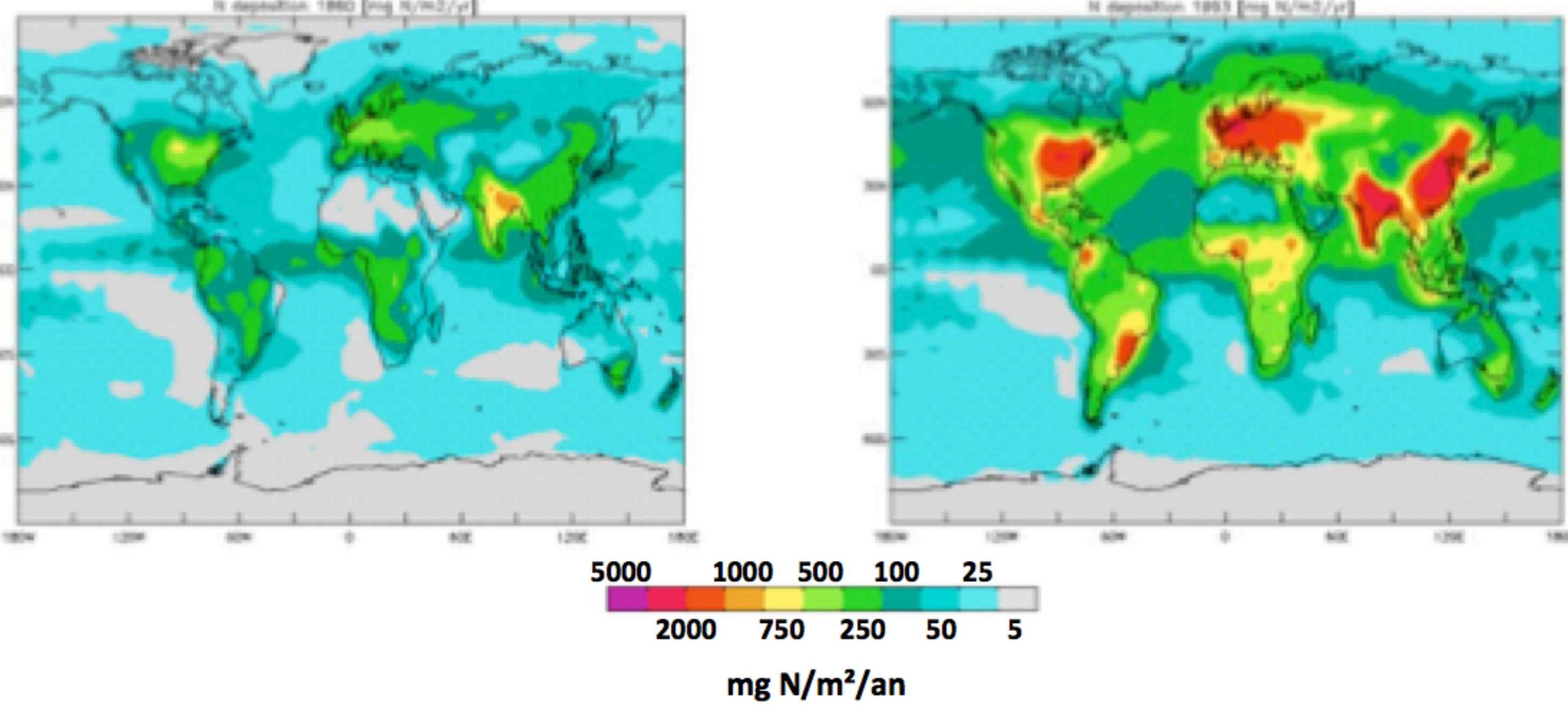


Figure 1: Evolution du flux de dépôts de composés azotés réactifs, dont le nitrate, dans le monde entre 1860 et 1990

L'augmentation de ces dépôts entraîne des bouleversements au sein d'écosystèmes naturellement limités en N, comme en milieu montagnard (Fig. 2).



Figure 2: Impacts des dépôts azotés avec de gauche à droite: eutrophication des écosystèmes isolés, acidification des sols et modification de la biodiversité et des services écosystémiques (contrôle de la qualité de l'eau et de l'érosion par exemple) (Crédit: <http://ammoniabmp.colostate.edu>)

Le nitrate en particulier, très rapidement assimilable par les micro-organismes terrestres et les plantes, nécessite un suivi approfondi.

## Isotopie

Plusieurs études ont, par le passé, tenté de caractériser les sources de nitrate en fonction de leur signature isotopique ( $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ). Aujourd'hui il est possible de mesurer spécifiquement le NO<sub>3</sub> atm qui, de par sa formation dans l'atmosphère, présente une anomalie isotopique unique:  $\Delta^{17}\text{O}$  (Fig. 3).

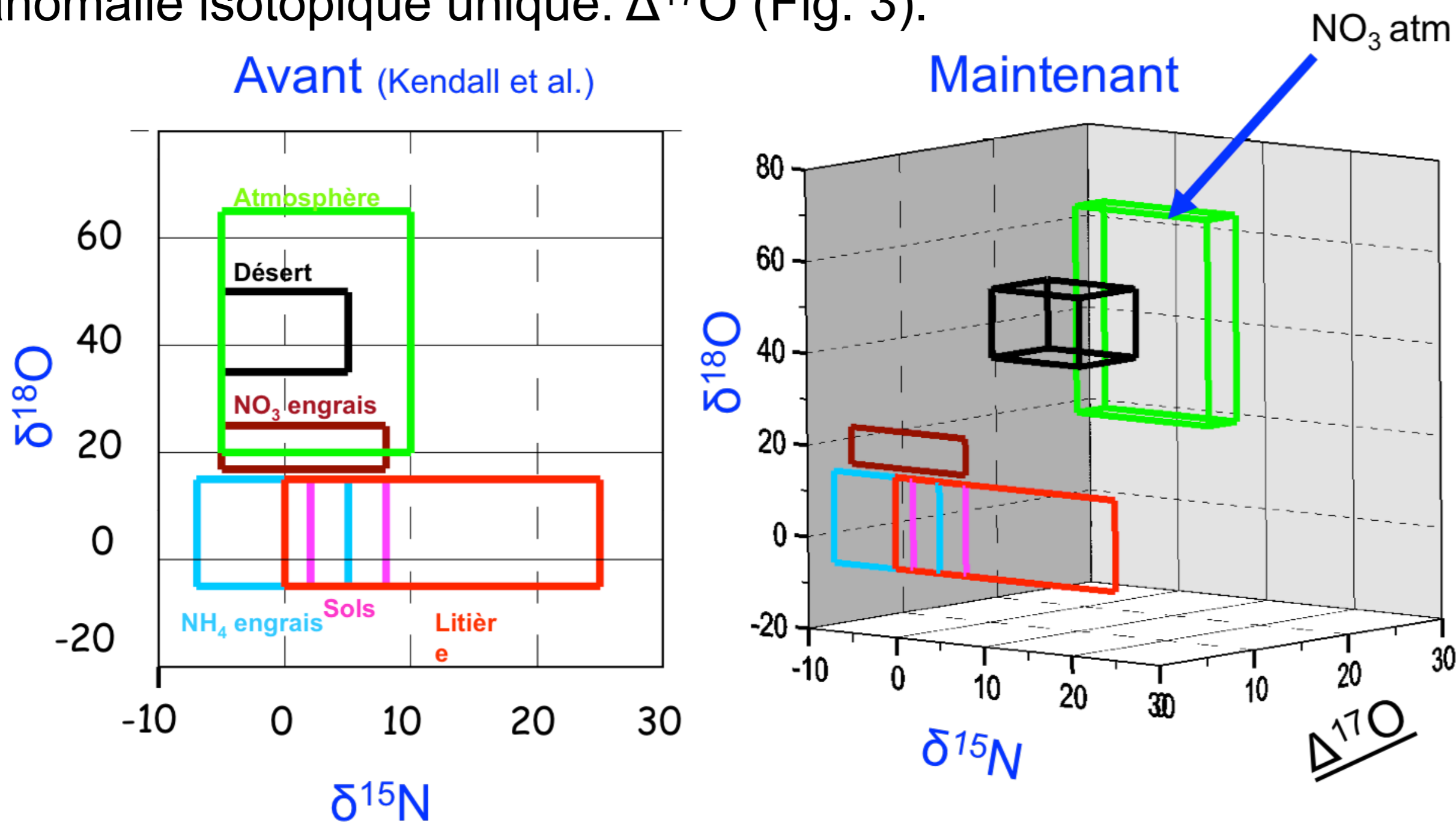


Figure 3: Diagramme isotopique du nitrate avant et après découverte de l'anomalie isotopique  $\Delta^{17}\text{O}$

Il est désormais possible de quantifier la part de nitrate atmosphérique dans le budget de nitrate d'un écosystème.

## Collecte d'échantillons

Notre site d'étude se trouve au col du Lautaret (2100 m). Trois types d'échantillons ont été analysés pour cette étude. Des filtres aérosols et des puits de neige ont été collectés pour définir la signature isotopique du NO<sub>3</sub> atm qui se dépose. Des prélèvements d'eau ont également permis de mesurer le signal sortant des bassins versants.



Trois torrents sont concernés par ces prélèvements d'eau:

- La Tufière, sur le bassin versant du Lautaret
- Le Laurichard, sur le bassin versant du Laurichard
- La Romanche, cours d'eau principal du Parc des Ecrins

## Remerciements

Nous tenons à remercier la région Rhône-Alpes pour le financement de la recherche de thèse. Nous remercions également la Station Alpine Joseph Fourier (SAJF) et particulièrement Franck Delbart pour le soutien logistique au col du Lautaret. Merci aussi à Erwann Vince du LTHE pour la préparation des bactéries et à Nicolas Caillon du LGGE pour le soutien technique.

## Méthode

Les échantillons, après filtration et concentration sur résine, sont conditionnés via une adaptation de la méthode bactérienne dénitrifiante (Casciotti et al, 1999 ; Kaiser et al, 2007).

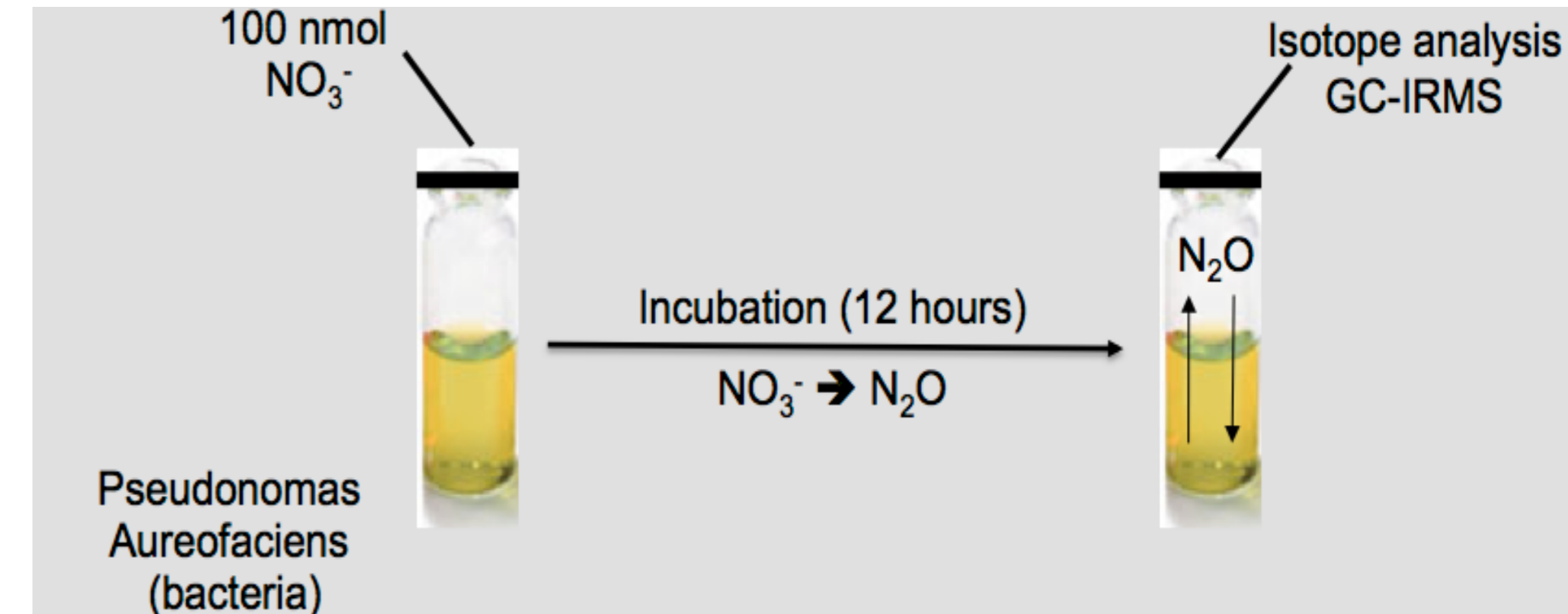


Figure 4: Dénitrification des échantillons par méthode bactérienne

On en déduit la composition isotopique en  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\Delta^{17}\text{O}$  en utilisant une combinaison de GC et IRMS comme indiqué ci-après.

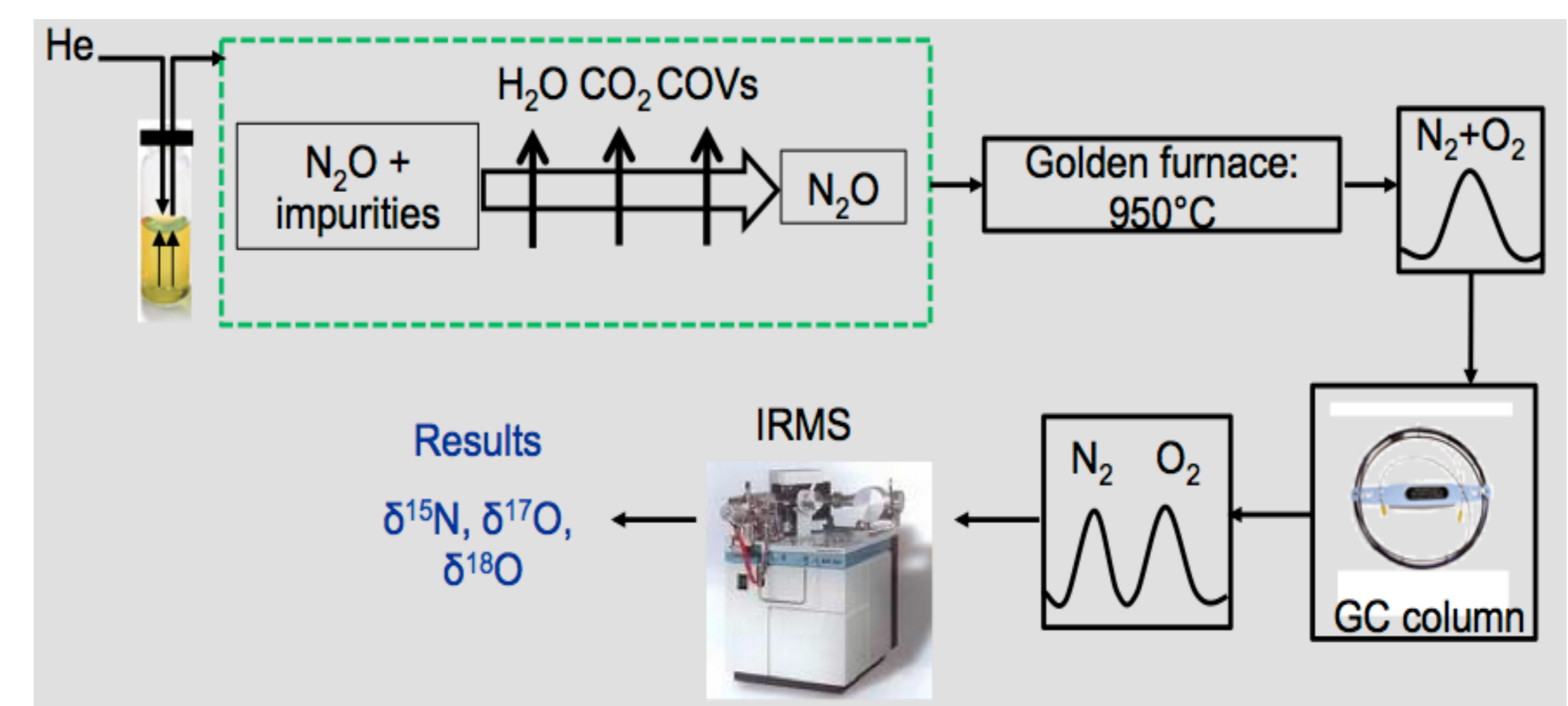


Figure 5: Schéma de la chaîne analytique

## Résultats et discussions

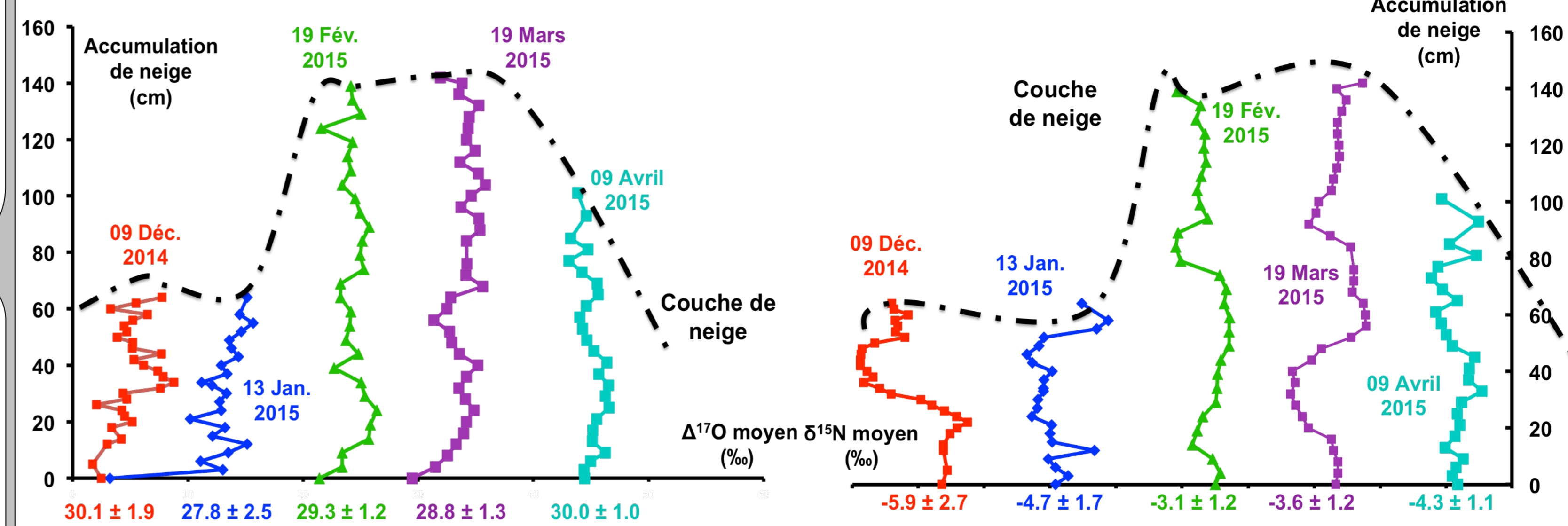


Figure 6: Profils verticaux des signaux isotopiques  $\Delta^{17}\text{O}$  (à gauche) et  $\delta^{15}\text{N}$  (à droite) du nitrate dans la neige au Lautaret. Sont indiquées en dessous les moyennes pondérées pour chaque puits

Les mesures sur les aérosols et les puits de neige (Fig. 6) permettent de déterminer la signature isotopique du NO<sub>3</sub> atm déposé au Lautaret.

Il est du coup possible de quantifier la quantité de nitrate d'origine atmosphérique dans le budget total de nitrate au sein des différents cours d'eau mesurés (le nitrate d'origine terrestre ayant un  $\Delta^{17}\text{O}$  nul). Dans le torrent Tufière (Fig. 7), on observe ainsi qu'en période de fonte nivale le NO<sub>3</sub> atm contribue jusqu'à 35% du budget total de NO<sub>3</sub> dans l'eau.

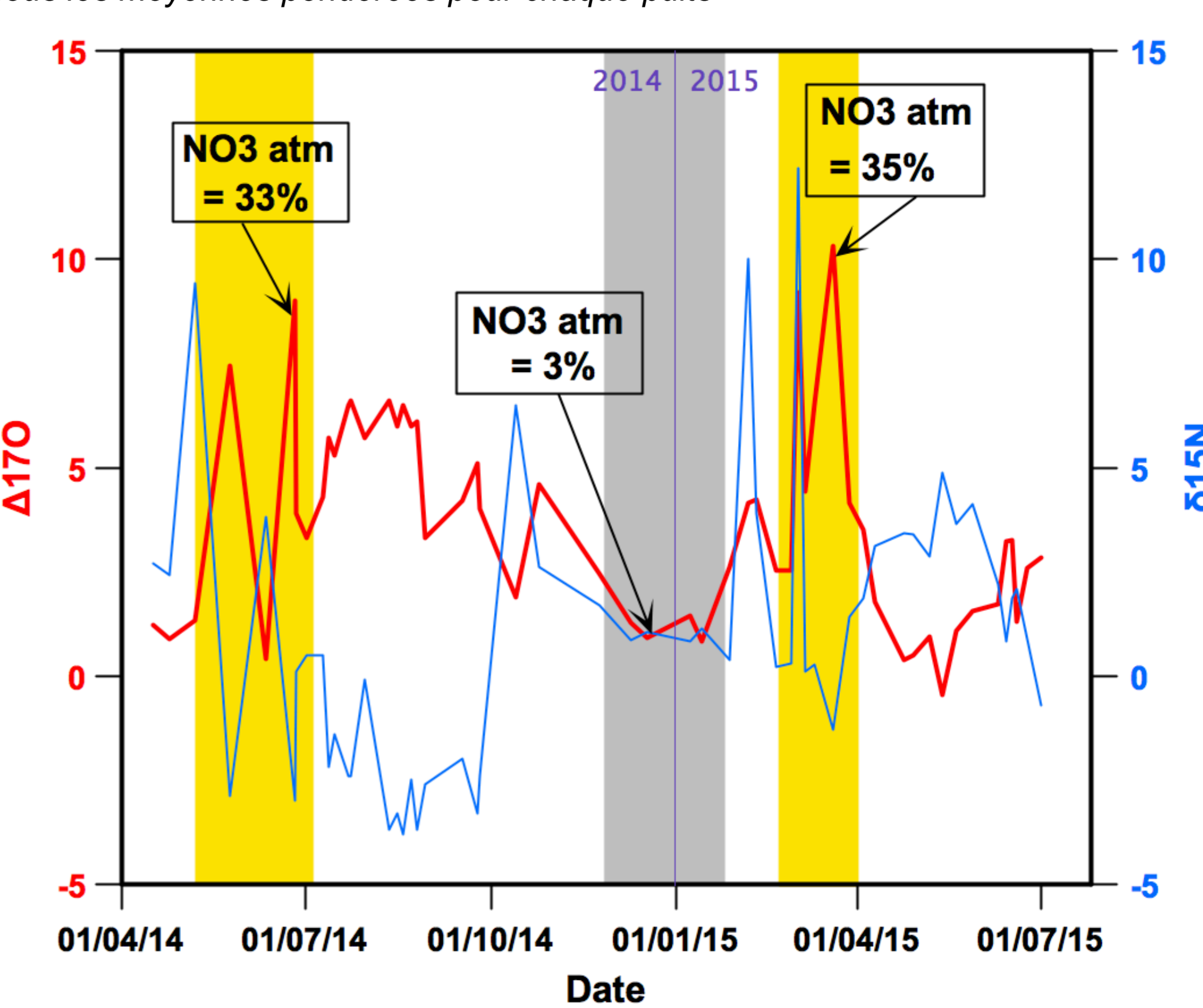


Figure 7: Variation temporelle des signaux isotopiques du nitrate dans la Tufière. En jaune les épisodes de pic de fonte et en gris le cœur de l'hiver

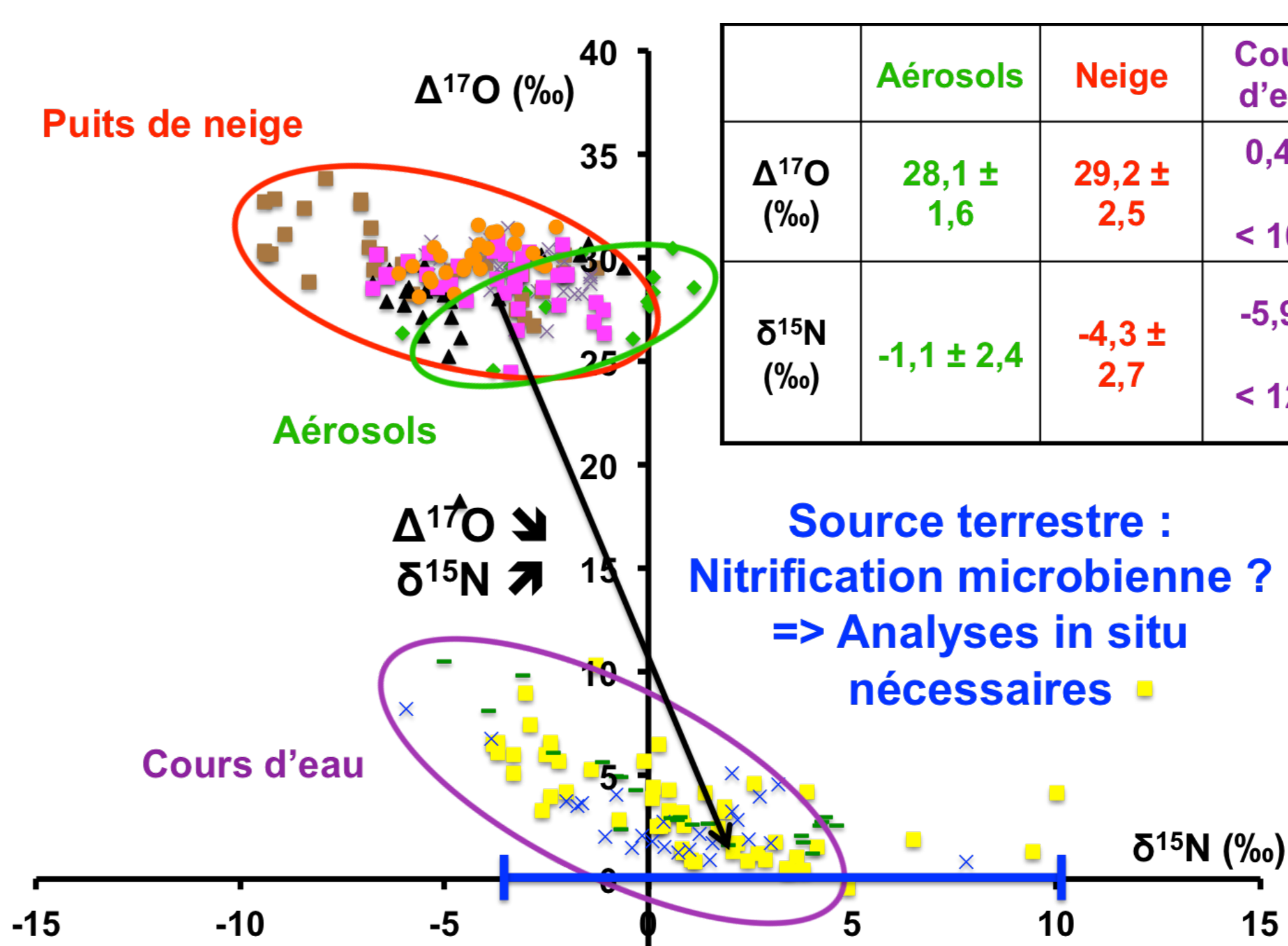


Figure 8: Signatures isotopiques du nitrate dans les différents compartiments étudiés

La figure 8 montre que de façon globale l'apport de nitrate atmosphérique aux différents cours d'eau étudiés est tempéré par une autre source de nitrate terrestre, qui explique la dilution observée du signal atmosphérique  $\Delta^{17}\text{O}$ . Cette source de nitrate serait vraisemblablement liée à la nitrification microbienne dans les sols, cette hypothèse reste toutefois à être vérifiée.

## Travail à venir

- Analyse des échantillons de sols
- Echantillonnage et analyse de plantes locales (fétuques, dactyles)
- Comparaison multi-échelle de divers bassins versants

## Références

- Galloway et al., *Biogeochemistry* 2004, Nitrogen cycles: Past, present, and future. 70, 153-226
- Kaiser et al., *Anal. Chem* 2007, 79 (2), 599-607
- Kendall, C., *Tracing nitrogen sources and cycling in catchments* 1998. In *Isotope Tracers in Catchment Hydrology*, Elsevier
- Savarino et al., *PNAS* 2013, 110(44), 17668-17673
- Casciotti et al., *Geo. and Cosmo. Acta* 2009, 73, 2061-2076