



Colloque international – 10 et 11 Oct. 2017 – Toulouse

# Le climat a besoin d'Espace

## SYNTHESE DE LA SESSION 1

**Cathy Clerbaux**

(LATMOS-IPSL, AAE)

Nous avons commencé la journée d'hier avec une présentation des challenges à venir et deux présentations qui permettaient de comprendre les enjeux. J'ai repris une planche de chacune des interventions.

Bernard Pinty (planche n°2) nous a montré l'organisation et la coordination européennes pour mettre au point des missions de mesure des gaz impliqués dans le réchauffement climatique, (précisant l'échéancier et l'élaboration d'un système d'instruments de mesure du CO<sub>2</sub> qui ferait partie de la constellation Copernicus). Nous avons ensuite vu comment les scientifiques s'organisent pour faire des prévisions sur les prochaines décennies au niveau du réchauffement climatique, avec le couplage des différents paramètres qui interviennent dans la contrainte des phénomènes physiques, chimiques, dynamiques, à l'œuvre dans les processus climatiques (planche n°3). L'atmosphère est composée de gaz et d'aérosols ; on s'intéresse beaucoup aux gaz à effet de serre, en particulier au méthane et au CO<sub>2</sub>, que l'on cherche à mesurer. Des modèles de plus en plus performants permettent d'inclure tous les processus chimiques, les interactions entre les différentes interfaces (océan/atmosphère, végétation/atmosphère...). Ce n'était pas le cas il y a dix ans, on fait de mieux en mieux pour avoir des prévisions de plus en plus précises.

Nous faisant entrer dans le vif du sujet, Philippe Bousquet (planche n°4) a parlé de la mesure du méthane, mettant en évidence les problèmes de précision (encore plus présents pour le CO<sub>2</sub>). L'ennui n'est pas que ces gaz soient difficiles à voir par satellite, mais qu'ils soient présents en grande quantité et stables, circulant partout dans l'atmosphère. On reçoit donc un très gros signal, duquel on essaie de détecter les toutes petites fluctuations venant des émissions anthropiques, puisque ce sont elles qu'on cherche à mesurer le plus précisément possible. On tente aussi de déterminer les fluctuations en provenance des cycles naturels qui régissent les concentrations de ces gaz. Philippe Bousquet a détaillé les outils de mesure du méthane : divers types d'observation, les inventaires d'émissions existants, les modèles de végétation, etc. Données que l'on combine à l'aide de modélisations inverses et des données satellites existantes ou à venir pour contraindre le mieux possible les budgets. Il existe pour cela deux approches : une *Bottom-up*, du bas vers le haut, qui part de tous les inventaires d'émissions, et une *Top-down*, en sens inverse, qui utilise les données satellites pour contraindre les systèmes. Faire coïncider ces deux approches est difficile, mais leur confrontation est riche d'enseignements.

Martin Heimann s'est focalisé sur ce qui se passe en Arctique, toujours concernant le méthane. La planche n°5 présente des estimations *Top-down* du budget global du méthane pour les dix années passées. On remarque que les barres d'erreur sont toujours très

importantes par rapport aux grandeurs qu'on cherche à mesurer, en particulier pour l'agriculture. C'est aussi particulièrement vrai en Arctique.

Cyril Crevoisier (planche n°6) s'est intéressé lui à la difficile mesure du CO<sub>2</sub>, encore plus complexe que celle du méthane, car c'est un gaz plus stable. Or la demande sociétale de mesure convenable de ce gaz est encore plus forte, puisqu'il est en première ligne dans tous les accords internationaux qui règlementent les augmentations de températures. Cela comporte un certain nombre de challenges, notamment de parvenir à mesurer le CO<sub>2</sub> à différentes échelles, en particulier nationales, afin d'être en mesure de contraindre les pays à des engagements concernant les émissions.

La planche n°7 reprend la très belle animation réalisée par les Suisses, selon le modèle COSMO. C'est le genre de choses qu'on aimerait obtenir par satellite, mais je pense qu'on ne l'aura jamais directement. Car ce qui est montré n'est pas la concentration du CO<sub>2</sub>, mais les deltas en positif et négatif. L'échelle est de 4 ppm, or la concentration du CO<sub>2</sub> est de 400 ppm. Une carte équivalente par image satellite serait toute rouge en permanence, saturée par la colonne de CO<sub>2</sub> à 400 ppm, on ne verrait pas les toutes petites variations de 4 ppm des émissions des sources d'énergie anthropiques et donc du CO<sub>2</sub> associé, on ne verrait pas non plus apparaître en bleu les puits de carbone liés à la croissance de la végétation. Le modèle ici montre bien les transports par le vent. C'est ce à quoi on voudrait arriver grâce à l'assimilation de différents systèmes d'observation couplés sol/satellites/avions, des modèles de plus en plus performants et détaillés, et une meilleure connaissance des interfaces océan/atmosphère, végétation/atmosphère pour bien comprendre les sources et les puits de CO<sub>2</sub>.