



**HAL**  
open science

## Climat : ce que révèle le sondeur atmosphérique IASI et ses 45 milliards d'observations

Simon Whitburn, Cathy Clerbaux, Pierre-François Coheur

### ► To cite this version:

Simon Whitburn, Cathy Clerbaux, Pierre-François Coheur. Climat : ce que révèle le sondeur atmosphérique IASI et ses 45 milliards d'observations. The Conversation France, 2021, Novembre. insu-04316903

**HAL Id: insu-04316903**

**<https://insu.hal.science/insu-04316903v1>**

Submitted on 30 Nov 2023

**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.

## Climat : ce que révèle le sondeur atmosphérique IASI et ses 45 milliards d'observations

Published: November 11, 2021 5.25pm CET

### Simon Whitburn

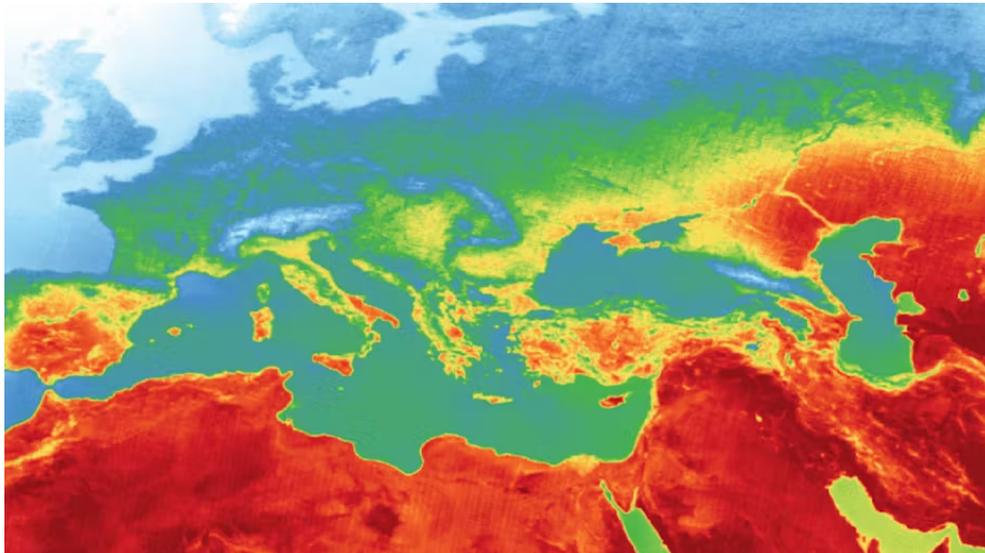
Chercheur en chimie et physique de l'atmosphère, Université Libre de Bruxelles (ULB)

### Cathy Clerbaux

Directrice de recherche au CNRS, laboratoire LATMOS, Institut Pierre Simon Laplace (IPSL), professeure invitée Université libre de Bruxelles, Sorbonne Université

### Pierre Coheur

Professeur, chimie de l'environnement, Université Libre de Bruxelles (ULB)



Variations de température au niveau de la surface terrestre mesurée par l'instrument IASI durant l'été 2018. Sarah Safieddine, CC BY-NC-ND

Le climat de notre planète est étroitement lié aux flux d'énergie qui entrent et sortent du système Terre-atmosphère : une partie du rayonnement solaire qui nous parvient est directement réfléchi vers l'espace.

La fraction restante du rayonnement solaire est absorbée et réémise, sous forme de rayonnement infrarouge et de chaleur, par la surface de la Terre et l'atmosphère vers l'espace. En traversant l'atmosphère, celle-ci est piégée en partie par les gaz à effet de serre qui maintiennent la surface terrestre à une température moyenne d'environ 15 °C. Sans ces gaz, cette température serait de -18 °C.

Mais depuis le début de l'ère industrielle, l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre dans notre atmosphère perturbe l'équilibre énergétique de notre planète en capturant une partie croissante du rayonnement émis par la Terre ; les conséquences en sont une augmentation des températures de surface et de la troposphère.

Les impacts de ce réchauffement global sont nombreux et bien documentés, grâce aux travaux du GIEC notamment : multiplication des sécheresses et des vagues de chaleur, perte de rendement des cultures, augmentation de la fréquence et de l'intensité des feux de végétation, des inondations et des cyclones...

À l'heure où la conférence sur le climat de Glasgow (COP26) s'achève, il apparaît toujours plus urgent d'affiner notre compréhension du système Terre-atmosphère afin d'améliorer les projections climatiques à moyen et à long terme pour agir efficacement contre le réchauffement.

Ceci ne peut être réalisé sans une évaluation précise de l'impact de l'augmentation des gaz à effet de serre et de ses effets rétroactifs sur le flux d'énergie terrestre sortant.

### **La mission IASI et ses dix années de mesures**

Des mesures satellites à basse résolution spectrale – dits « à large bande » – sont utilisées depuis presque 40 ans dans l'étude du bilan énergétique **CTR** du système Terre-atmosphère. Celles-ci montrent toutefois leurs limites lorsqu'il s'agit de quantifier l'impact individuel de chacun des gaz sur le rayonnement sortant.

Une meilleure évaluation peut toutefois être obtenue grâce à des mesures satellites à plus haute résolution spectrale. En absorbant le rayonnement terrestre, chacun des gaz dans l'atmosphère laisse en effet une empreinte unique dans le spectre ; celle-ci peut alors être exploitée pour surveiller notamment la mise en œuvre des mesures internationales visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Dans le cadre d'un projet européen impliquant des chercheurs de l'Université libre de Bruxelles et de Sorbonne Université, nous avons pu évaluer avec précision, en nous appuyant sur dix années de mesures journalières de l'instrument IASI, les changements dans le rayonnement terrestre qui s'échappe vers l'espace.

2020 vu du ciel par la mission IASI. (Cathy Clerbaux/Youtube, 2021).

Embarqué à bord des satellites Metop dont le premier exemplaire a été lancé il y a 15 ans, IASI (pour Interféromètre atmosphérique de sondage dans l'infrarouge) est un spectromètre à transformée de Fourier. Il enregistre le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre après son passage au travers de l'atmosphère avec une haute résolution spectrale, permettant donc de distinguer les signatures spectrales des gaz présents qui absorbent dans l'infrarouge.

Chacun des spectres mesurés contient des informations sur les températures de la surface et de l'air et sur la composition de l'atmosphère. Entre 2008 et 2017, ce sondeur atmosphérique a enregistré plus de 45 milliards d'observations.

C'est l'analyse de ces nombreuses données qui a fait l'objet d'une publication en octobre 2021 dans la revue *Nature climate and atmospheric science*, permettant pour la première fois de visualiser les changements associés à chaque gaz et leur impact sur le flux radiatif qui s'échappe de l'atmosphère.

---

Figure du haut : exemple de spectre infrarouge terrestre. Les régions d'absorptions des principaux composés atmosphériques sont indiquées. Figure du bas : bilan radiatif simplifié du système Terre-atmosphère. Le rayonnement terrestre au sommet de l'atmosphère est déterminé par le rayonnement de la surface de la Terre ainsi que les absorptions et émissions des différents composés atmosphériques. Simon Whitburn, CC BY-NC-ND

**Suivre à la trace les phénomènes naturels et l'impact des activités humaines**

Compte tenu de la période étudiée relativement courte, une grande partie des changements observés dans le rayonnement sont liés à des phénomènes climatiques naturels, en particulier ENSO (pour El Niño Southern Oscillation). C'est le cas notamment des changements liés aux variations des températures de surface et de vapeur d'eau, principal gaz à effet de serre en termes d'importance, pour lesquels des motifs typiques de ces phénomènes sont observés au-dessus de l'océan Pacifique.

Vidéo sur le phénomène El Niño. (Met Office Weather/Youtube, 2014).

Plus intéressant d'un point de vue du suivi de l'évolution du climat sur le plus long terme, l'effet de l'augmentation des concentrations de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et de méthane ( $\text{CH}_4$ ) en lien avec les activités humaines apparaît également clairement.

Le  $\text{CO}_2$  d'origine anthropique est principalement émis lors de la combustion des énergies fossiles. Le  $\text{CH}_4$ , quant à lui, provient en grande partie des activités agricoles et de l'élevage.

Ces deux composés, au centre des discussions climatiques, contribuent à eux seuls à plus de 80 % au réchauffement global.

---

À gauche : rayonnement moyen mesuré par IASI en 2016 et intégré sur l'ensemble de sa gamme spectrale. Milieu : carte des tendances linéaires pour un canal IASI à  $1441.25 \text{ cm}^{-1}$  sensible aux variations atmosphériques de vapeur d'eau. La forme en croissant dans l'ouest du Pacifique est typique d'un événement El Niño. À droite : carte des tendances linéaires pour un canal IASI à  $740.75 \text{ cm}^{-1}$  sensible aux variations atmosphériques de  $\text{CO}_2$ . Le rayonnement diminue, car il y a plus de gaz qui absorbe la radiation sortante. Simon Whitburn, CC BY-NC-ND

Autre résultat notable de notre étude, le signal très clair reflétant la diminution des concentrations atmosphériques de deux chlorofluorocarbones (les CFC-11 et CFC-12).

Ces deux composés d'origine anthropique, largement utilisés notamment comme liquide réfrigérant dans les années 1980 et 1990, sont responsables d'un appauvrissement de la couche d'ozone. Leur production est interdite par le protocole de Montréal depuis 2010.

Ces résultats viennent confirmer l'efficacité des mesures internationales prises dans le but d'enrayer la destruction de la couche d'ozone.

### **Prochaine étape : un suivi sur des périodes plus longues**

L'archive établie sur dix ans constitue la première base de données qui permet de suivre individuellement les augmentations/diminutions des concentrations de chaque gaz à effet de serre et en tout point du globe.

Elle peut être utilisée, notamment, pour valider les modèles climatiques et vérifier si la mise en œuvre des réglementations internationales pour tendre vers une décarbonation de l'atmosphère fonctionne.

En raison de la période étudiée relativement courte, les effets rétroactifs des augmentations des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre – par exemple, une augmentation globale des températures de surface ou une tendance de fond dans l'évolution des concentrations de vapeur d'eau – ne peuvent encore être observés.

Ceux-ci devraient par contre devenir accessibles avec l'allongement progressif de la série temporelle, qui sera assurée par le lancement du sondeur IASI-NG (nouvelle génération) à bord des plates-formes Metop-SG prévu à partir de 2024 et qui offrira, à terme, une série continue de plus de 35 ans de mesures.

---

*Lieven Clarisse (ULB) est co-auteur de cet article.*