

# Methaan in het vizier

## DE 3-DIMENSIONALE VERDELING VAN METHAAN IN DE ATMOSFEER OP BASIS VAN SATELLIETMETINGEN

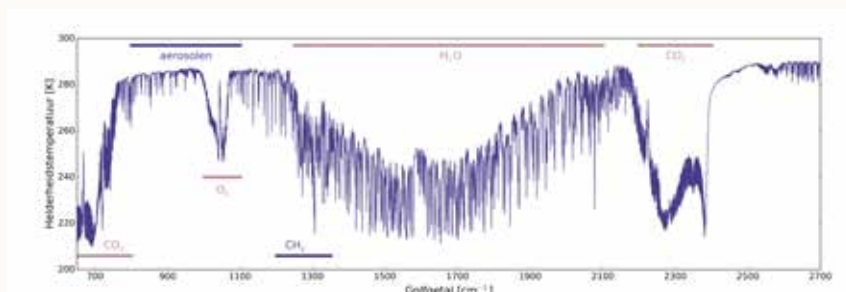
Evelyn De Wachter,  
Sophie Vandebussche,  
Bavo Langerock en  
Stéphanie Fratta

Eind 2006 bracht ESA (European Space Agency) in samenwerking met EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) de satelliet MetOp-A in een baan om de aarde. Eén van de instrumenten aan boord is IASI, de Infrared Atmospheric Sounding Interferometer, een spectrometer die de infraroodstraling van de aarde en de atmosfeer meet. Aan de hand van deze metingen kan men de concentratie van gassen in de atmosfeer afleiden en zo hun evolutie analyseren. Eén van de gassen die men zo kan bestuderen is het broeikasgas methaan, en dat is één van de onderzoeksprojecten van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA).

### MetOp / IASI

MetOp-A is de eerste satelliet in een reeks van drie Europese satellieten die bedoeld zijn voor operationele meteorologie en klimaatobservatie. MetOp-B is reeds gelanceerd in 2012 en de lancering van MetOp-C is voorzien in 2018. Deze reeks van opeenvolgende satellieten en waarnemingen waarborgt een continue stroom aan data van hoge kwaliteit voor weersvoorspellingen en klimaatmonitoring tot minstens 2024.

IASI, één van de 12 instrumenten aan boord, levert tweemaal per dag heel nauwkeurige infraroodspectra van het aardoppervlak en de atmosfeer. Zo'n typisch spectrum wordt weergegeven in Figuur 1. Infraroodspectra hebben een rijkdom aan informatie van de chemische samenstelling van de atmosfeer. Aan de hand van de IASI-spectra leidt het BIRA-team wetenschappelijke dataproducten af van atmosferische deeltjes (aerosolen) en broeikasgassen zoals methaan ( $\text{CH}_4$ ).

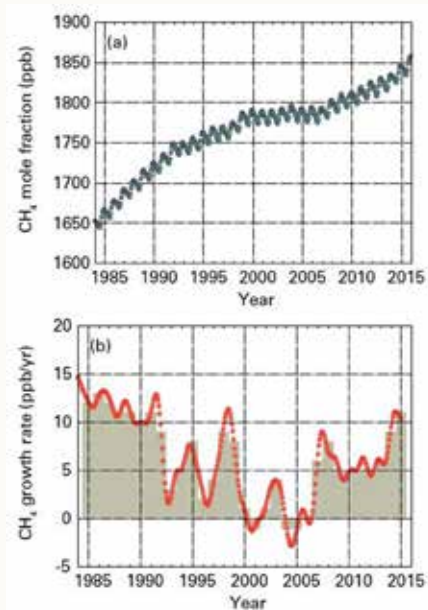


Figuur 1: Een typisch spectrum van het IASI-instrument aan boord van de MetOp-A-satelliet. Aan de hand van deze spectra kunnen de concentraties afgeleid worden van een reeks van gassen (o.a. koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), methaan ( $\text{CH}_4$ ) en waterdamp ( $\text{H}_2\text{O}$ )) en deeltjes (aerosolen) in de atmosfeer. De twee dataproducten waar het BIRA-team aan werkt zijn  $\text{CH}_4$  en aerosolen.

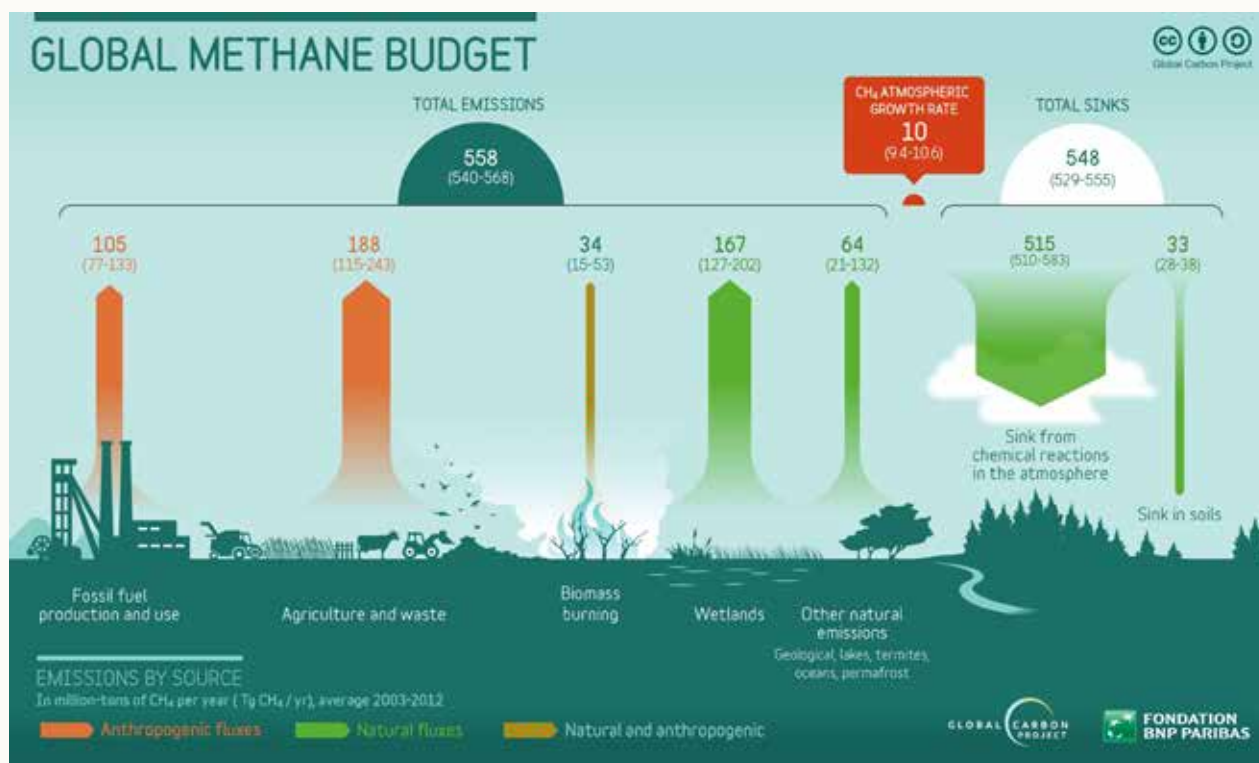
### Toenemende concentraties van methaan in de atmosfeer

Na koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ) is methaan het belangrijkste broeikasgas dat bijdraagt tot de door de mens veroorzaakte klimaatverandering. Methaan is tot 200 keer minder aanwezig in de atmosfeer dan koolstofdioxide, maar heeft een sterker aardopwarmingsvermogen dan  $\text{CO}_2$ .

Als gevolg van de toenemende antropogene uitstoot is de atmosferische methaanconcentratie sinds het pre-industriële tijdperk met zo'n 150% gestegen van 722 ppb<sup>(1)</sup> naar 1845 ± 2 ppb in 2015. Sinds de jaren 80 wordt de evolutie van methaan gemonitord door een netwerk van meetstations. Figuur 2 geeft een overzicht van de globale methaanconcentratie op basis van deze metingen. Van de jaren 80 tot begin jaren 90 nam de hoeveelheid methaan toe met een groeipercentage van ongeveer 0.7% per jaar. In de jaren 90 nam de toename van methaan af, wat leidde tot een stabilisatie van de methaanconcentratie tussen 1999 en 2006. Sinds 2007 neemt methaan echter weer sterk toe en sinds 2014 benadert het de meest intense broeikasgasscenario's. De stabilisatieperiode tussen 1999-2006, alsook de reden voor deze vernieuwde toename zijn nog niet helemaal doorgrond, voornamelijk vanwege onzekerheden in de verschillende processen die bijdragen tot het totale methaanbudget.



Figuur 2: De evolutie van de globaal gemiddelde  $\text{CH}_4$ -molfractie in ppb (a) en zijn groeipercentage in ppb/jaar van 1984 tot 2015. Credits: Figuur 4 uit het World Meteorological Organisation (WMO) Greenhouse Gas Bulletin van oktober 2016 ([http://library.wmo.int/opac/doc\\_num.php?explnum\\_id=3084](http://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3084)).



Figuur 3: Overzicht van de verschillende natuurlijke en door de mens veroorzaakte processen die bijdragen aan het totale methaanbudget. Deze figuur is gebaseerd op een recente analyse van het totale methaanbudget van 2003-2012 door Saunio et al. (2016). Cijfers zijn gegeven in Tg CH<sub>4</sub>/jaar=10<sup>12</sup> g CH<sub>4</sub>/jaar. Ter vergelijking, 1 Tg CH<sub>4</sub> ≈ 0.35 ppb CH<sub>4</sub>. © Global Carbon Project (<http://www.globalcarbonproject.org/methane-budget/>)

### Methaan, dat komt van de koeien, toch?

Figuur 3 illustreert de verschillende natuurlijke en door de mens veroorzaakte processen die bijdragen tot de uitstoot van methaan in de atmosfeer en hoe het afgebroken wordt. Deze cijfers komen van een recente analyse van het Global Carbon Project. Ongeveer 40% van het uitgestoten methaan in de atmosfeer komt van natuurlijke processen en zowat 60% is van antropologische oorsprong. Landbouw en afvalbeheer, alsook de ontginning en het gebruik van fossiele brandstoffen (kool, gas en olie) zijn de belangrijkste activiteiten die bijdragen aan de door de mens veroorzaakte uitstoot van methaan. De belangrijkste voorbeelden van landbouwactiviteiten zijn de rijst- en veeteelt. Zo wordt bij de spijsvertering van koeien veel methaan geproduceerd, net als in de waterrijke bodem van rijstvelden.

Van nature is methaan voornamelijk afkomstig uit natte gebieden, de zogenaamde wetlands (=waterrijke gebieden, bijv. moerassen, draslanden). Andere natuurlijke processen zoals geologische processen, meren, rivieren, termieten, permafrost enz. dragen ook sterk bij aan de uitstoot van methaan in de atmosfeer, maar deze processen zijn nog niet helemaal begrepen. De methaanuitstoot bij de verbranding van biomassa is zowel van natuurlijke als antropogene oorsprong.

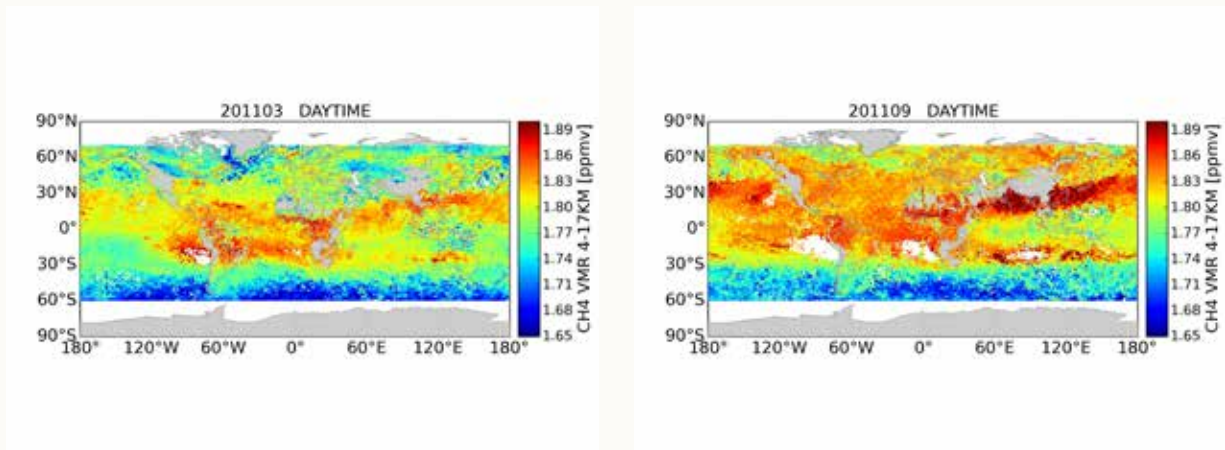
De voornaamste oorzaak voor de afbraak van methaan in de atmosfeer zijn chemische reacties in de atmosfeer, waarbij de reactie met het OH-radicaal verantwoordelijk is voor zo'n 90% van de verwijdering van CH<sub>4</sub> uit de atmosfeer. Daarnaast wordt methaan opgenomen aan het oppervlak door bacteriën in de bodem. Dit leidt tot een levensduur van methaan van ongeveer 10 jaar. Figuur 3 toont de gemiddelde cijfers voor de verschil-

lende bijdragen tot het totale methaanbudget, maar laat zien dat er nog grote onzekerheden zijn voor elk van de individuele processen.

Voor klimaatadaptatie- en mitigatiemaatregelen is methaan een uiterst interessant broeikasgas. Daar het een relatief korte levensduur heeft in de atmosfeer (10 jaar) en een sterker aardopwarmingsvermogen dan koolstofdioxide, zullen maatregelen tot vermindering van methaanuitstoot in de atmosfeer een snelle en grote impact hebben. Daarom wordt methaan nu algemeen erkend als één van de voornaamste doelstellingen voor regularisatie van de uitstoot van broeikasgassen en klimaatmitigatie. Dit is echter een moeilijker opgave dan het lijkt, daar er nog steeds vele onzekerheden zijn in de verschillende processen die bijdragen tot de hoeveelheid methaan in de atmosfeer.

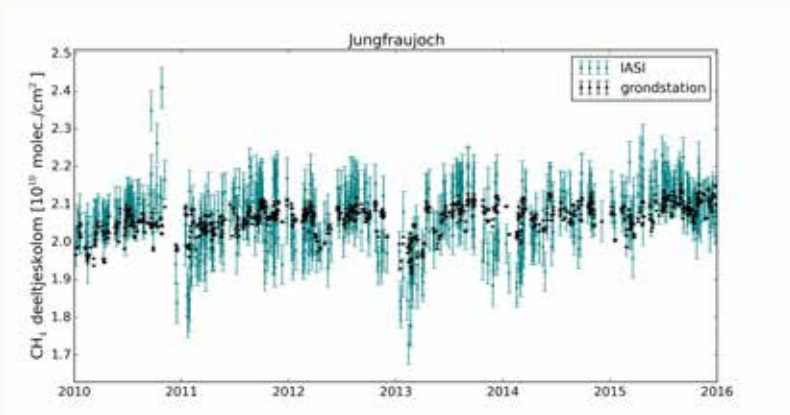
### Satellietmetingen van methaan

Het BIRA-team heeft de afgelopen jaren een geoptimaliseerde strategie ontwikkeld voor de inversie van de troposferische methaanconcentratie aan de hand van de IASI-spectra. Hiervoor ontwikkelden zij een inversie-algoritme dat de verticale distributie van atmosferische deeltjes bepaalt, uitgaande van de metingen van de satelliet. Aan de hand van dit algoritme kunnen zij de troposferische kolomhoeveelheden van CH<sub>4</sub> bepalen. Figuur 4 geeft een voorbeeld van de gemiddelde hoeveelheid methaan in maart 2011 en september 2011. Weergegeven is de partiële kolom tussen 4 en 17 km in ppm (=10<sup>3</sup> ppb). We zien een duidelijke toename van de methaanconcentratie in september in de noordelijke hemisfeer, waarschijnlijk door een toename in de uitstoot van wetlands.



Figuur 4: Gemiddelde partiële kolom van CH<sub>4</sub> tussen 4 en 17 km voor maart en september 2011, op basis van de dagmetingen van het IASI-instrument. We zien een duidelijke toename in CH<sub>4</sub> in september in de noordelijke hemisfeer, waarschijnlijk door de toename in de wetlanduitstoot van methaan. © BIRA-IASB

Om de accuraatheid van deze metingen te bepalen, zijn de methaanconcentraties vergeleken met correlatieve gegevens van metingen uit een netwerk van grondstations van infrarood-interferometers. Figuur 5 toont een vergelijking tussen de IASI-metingen en de troposferische partiële kolom van methaan waargenomen door een meetstation in Jungfraujoch, in de Zwitserse Alpen. We zien een zeer goede overeenkomst tussen beide dataproducten. Beide afgeleide waarden vertonen dezelfde seizoensvariatie, met een maximum in de zomer. Het gemiddelde verschil tussen beide metingen bedraagt 0.12%.



Figuur 5: Vergelijking van de partiële kolom van methaan geobserveerd door IASI (blauw) en het Jungfraujoch-grondstation (zwart) voor de jaren 2010-2015. Gegeven is de partiële kolom tussen 4 en 17 km in moleculen/cm<sup>2</sup>. © BIRA-IASB

Eén van de uitdagingen van de MetOp-satelliet is de grote stroom aan data die voorhanden is. Dagelijks levert IASI meer dan één miljoen spectra aan data. In een eerste stap worden de spectra gefilterd op aanwezigheid van wolken, waardoor we al snel 30 tot 60% van de data filteren. Voor de inversie van de resterende spectra maken we gebruik van de supercomputer die wordt gedeeld tussen het BIRA, het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België en de Koninklijke Sterrenwacht van België. Een geautomatiseerde berekening waarborgt de continue analyse van de spectra, zodat we een lange tijdreeks aan concentraties van atmosferisch methaan hebben voor verdere analyse van dit broeikasgas.

### Hoe gaan we verder ?

Eén van de doelstellingen is een grootschalige studie van deze meetgegevens om zo onze kennis te vergroten van het methaanbudget. Om dit te verwezenlijken start dit jaar een door BELSPO gefinancierd pioniersproject, waar we in samenwerking met de Universiteit van Luik de bijdrage van de verschillende processen aan de CH<sub>4</sub>-productie willen bestuderen met behulp van de CH<sub>4</sub>-dataset van het BIRA. Hiervoor zullen we de IASI-dataset vergelijken met het GEOS-Chem-model om zo een beter zicht te krijgen op de vele processen die bijdragen tot het methaanbudget.

### Meer

<http://iasi.aeronomie.be>  
<http://www.globalcarbonproject.org>

### De auteurs

Evelyn De Wachter, Sophie Vandenbussche, Bavo Langerock en Stéphanie Fratta zijn verbonden aan het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA). Bij het project zijn eveneens hun collega's Nicolas Kumps, Ann-Carine Vandaele en Martine De Mazière betrokken.

### Noot

(1) De concentraties van spoorgassen in de atmosfeer worden meestal weergegeven als de verhouding van de deeltjesdichtheid van het gas ten opzichte van de totale deeltjesdichtheid van de atmosfeer. Voor methaan liggen deze waarden in het bereik van parts per billion (ppb) = 1/10<sup>9</sup> i.e. enkele (honderden) deeltjes methaan per miljard luchtdeeltjes.