

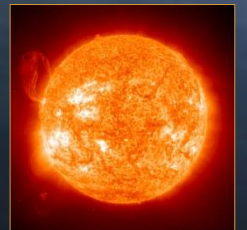
Célébration de la journée mondiale de l'environnement à Kinshasa



DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'AIR A KINSHASA



Rodriguez Yombo, Phd Student ULiège-Unikin
Sciences spatiale, July 2019
rodriguez2yombo@gmail.com
+243828575933



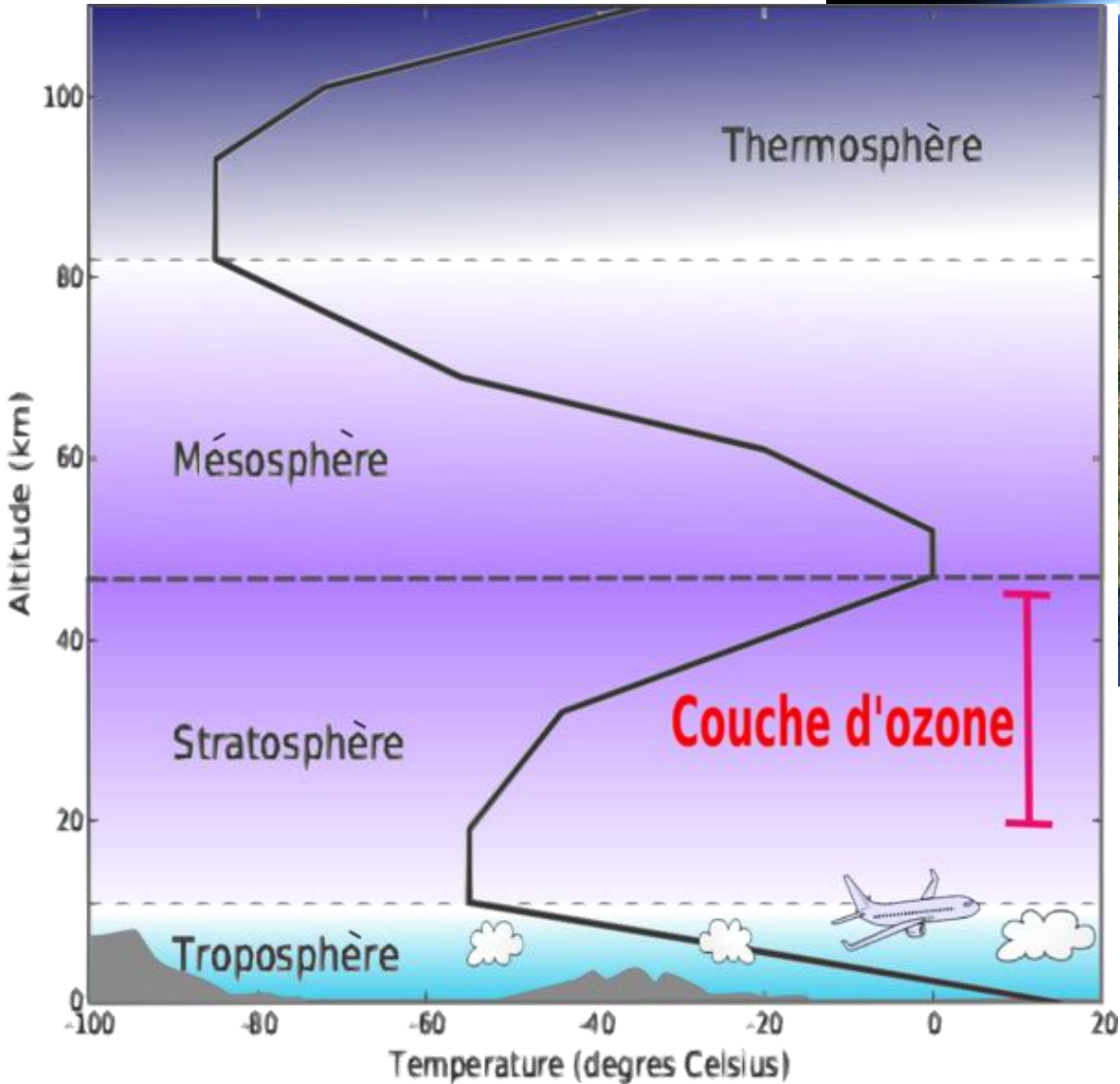
16 Juillet 2019

Plan de l'exposé

- Théorie sur la pollution atmosphérique
- Situation de Kinshasa (observation satellite)
- Installation équipement KinAERO (Télédétection DOAS)
- Base des données actuelles
- Quelques simulations GEOS-CHEM
- Projections futures

Théorie sur la pollution atmosphérique

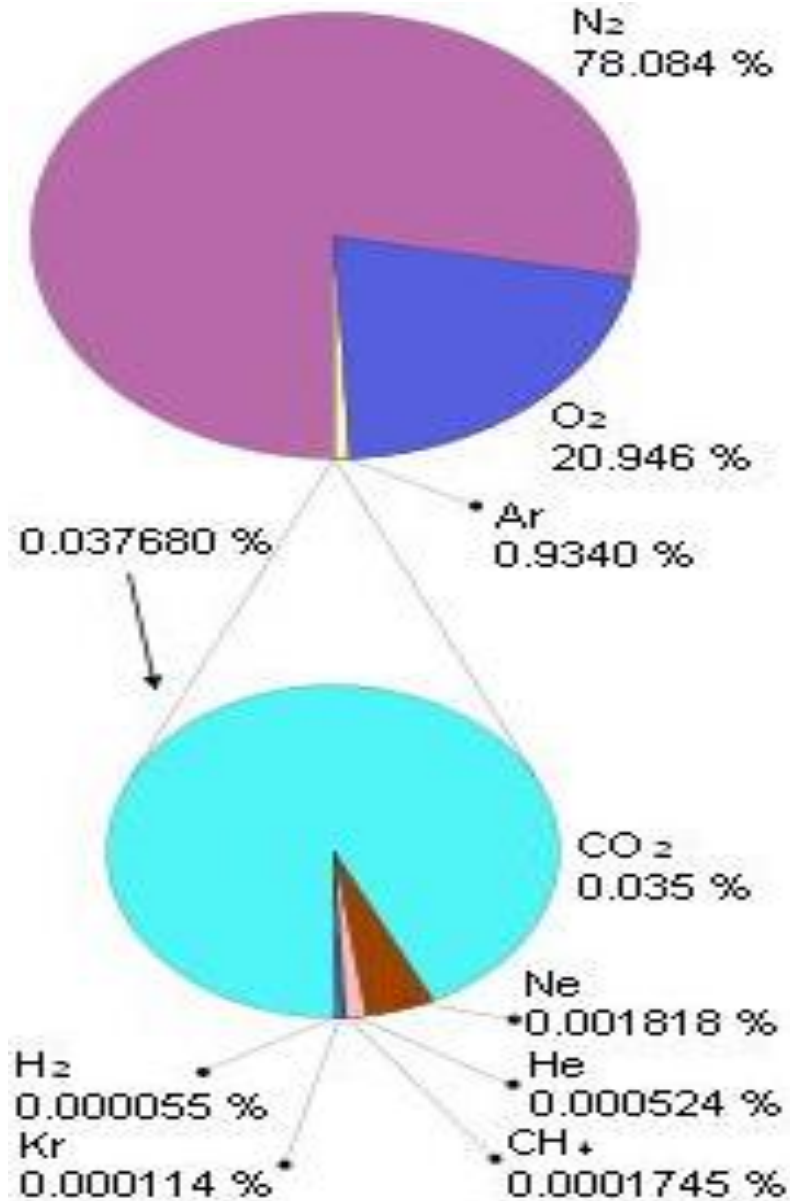
L'atmosphère terrestre : structure verticale



Troposphère et stratosphère:
-1% du rayon de la Terre
-99% de la masse de l'atmosphère

$R_{\text{Terre}} \sim 6370 \text{ km}$

L'atmosphère terrestre: composition



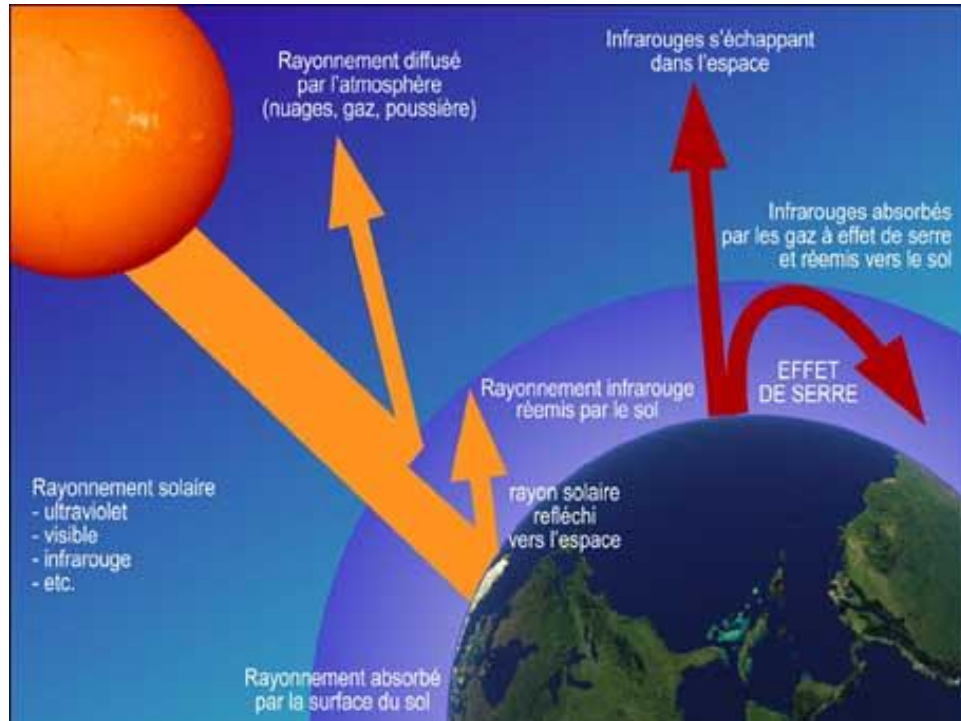
Gaz en trace: tous les gaz à l'exception de l'azote (N₂) et de l'oxygène (O₂), < 1% de la composition atmosphérique mais très importants:

-protège du rayonnement ultraviolet (ozone(O₃) stratosphérique)

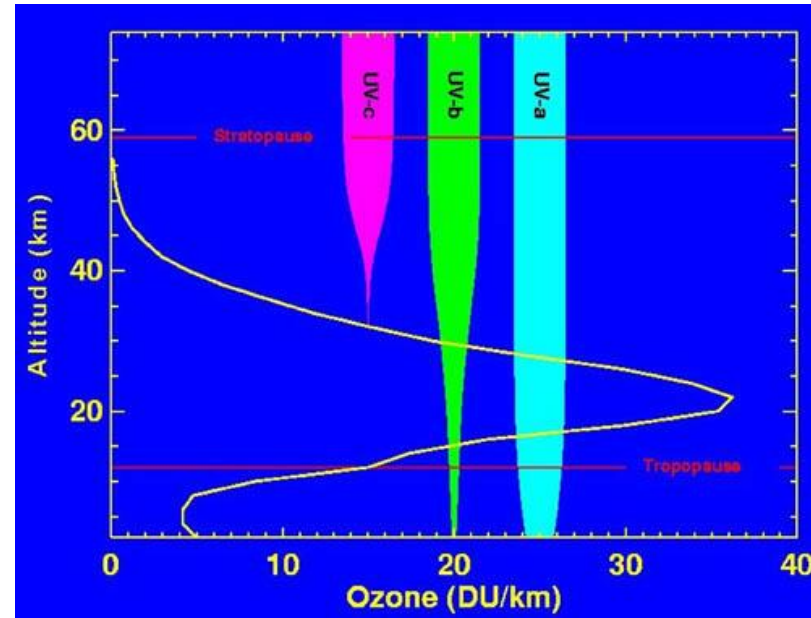
-influence le climat via effet de serre (H₂O, CO₂, CH₄ ...)

-Qualité de l'air (NO_x, O₃, SO₂, CO...)

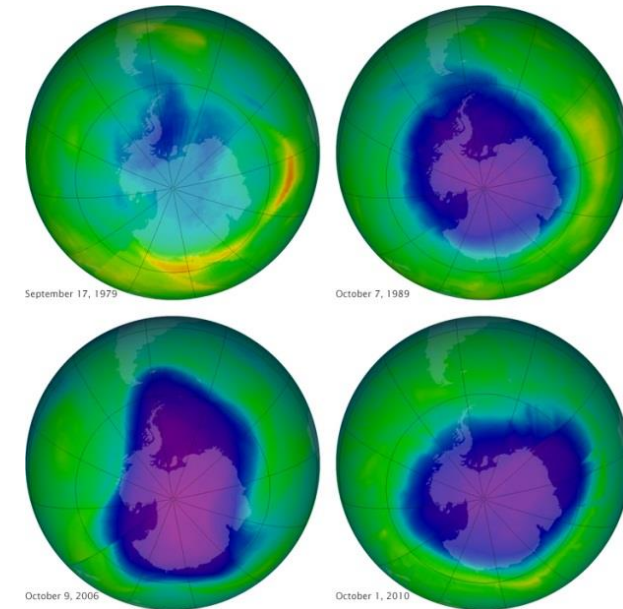
RÔLE DE L'ATMOSPHERE TERRESTRE



Effet de serre: maintien de la T° moyenne de 15°C sur la terre sinon (-18°C)



Protection contre les UV



Qualité de l'air au sol



Milieu humide
CH4, CO2, CO,

PROBLEMATIQUE DE LA QUALITE DE L'AIR

La qualité de l'air: RECOMMANDATION SURVEILLANCE OMS

▪ NOx Maladies respiratoires, dommages divers aux plantes et aux écosystèmes fragiles lorsqu'ils sont combinés à d'autres polluants, fertilisation excessive des écosystèmes. Importants précurseurs d'ozone troposphérique, de pluies acides et de poussières fines.

O₃ Oxydant, nocif: irritation des muqueuses des voies respiratoires, irritations oculaires, diminue la fonction pulmonaire et endommage les plantes.

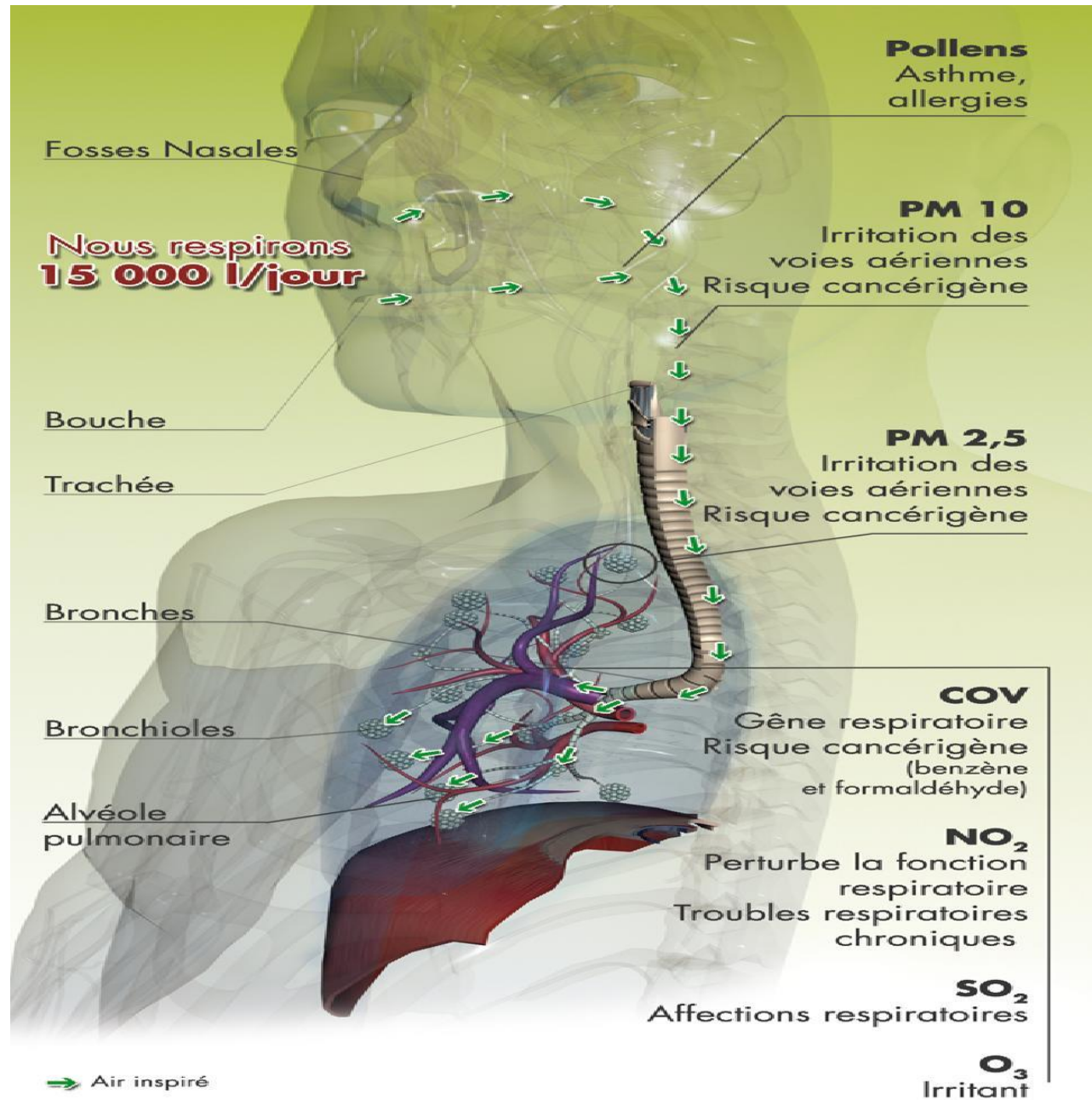
▪ VOCs Certains composés sont inoffensifs, d'autres hautement toxiques et cancérigènes (benzène). Ils vont de la simple gêne olfactive, à une irritation ou à la diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des risques d'effets cancérigènes. Combinés aux oxydes d'azote, ce sont d'importants précurseurs d'oxydants photochimiques (ozone/smog photochimique).

▪ SO₂ Maladies respiratoires, dommages divers aux plantes et aux écosystèmes fragiles, corrosion des métaux et altération des matériaux de construction. importants précurseurs de pluies acides et de poussières fines.

▪ CO Inhalé à doses importantes et répétées, c'est un poison pour l'homme et les animaux. Intervient dans la formation de l'ozone troposphérique.

▪ Aérosols (PM_{2,5} et PM₁₀) Nocif

Les effets sur la santé d'une mauvaise qualité de l'air



SITUATION DE KINSHASA

Quelques informations alarmantes

Le rapport de l'OMS, publié le 2 mai 2018 à Genève (OMS, 2018)¹, indique qu'il circule dans l'air de Kinshasa plus de 60 microgrammes par mètre cube des particules fines (PM 2.5) dangereuses pour la santé¹, 6 fois la valeur recommandée pour la moyenne annuelle

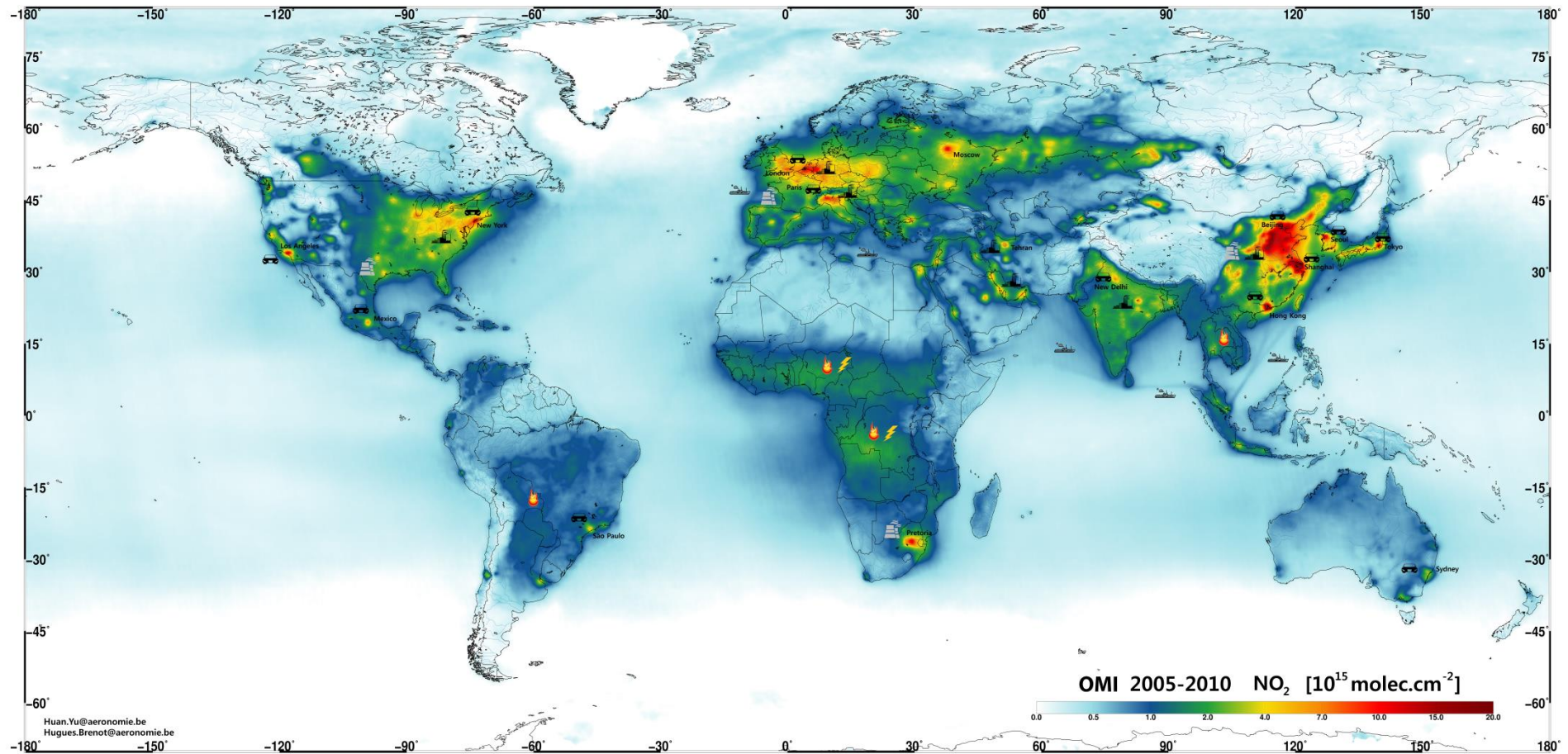
Et avec l'urbanisation en Afrique, on s'attend à ce que les émissions anthropiques dues à la combustion du NO₂ et du H₂CO augmentent de manière spectaculaire en Afrique (Lioussé et al., 2014).

l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) le 17 octobre 2014 le nombre de décès prématurés liés à la pollution de l'air, a progressé de 36 % entre 1990 et 2013.

Lioussé montre dans ses recherches qu'en Afrique, il faut s'attendre à ce que la qualité de l'air dans les zones urbaines, définie en particulier par les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) et d'aérosols, se détériore rapidement au cours des 10 prochaines années (Lioussé et al., 2014).

OBSERVATION SATELLITE

Cartographie globale de NO₂



Emissions naturelles

Natuurlijke emissies



Feu de forêts
Bosbranden



Eclairs
Bliksem

Emissions anthropiques

Antropogene emissies



Emissions des véhicules
Emissies van voertuigen



Emissions des bateaux
Emissies van boten



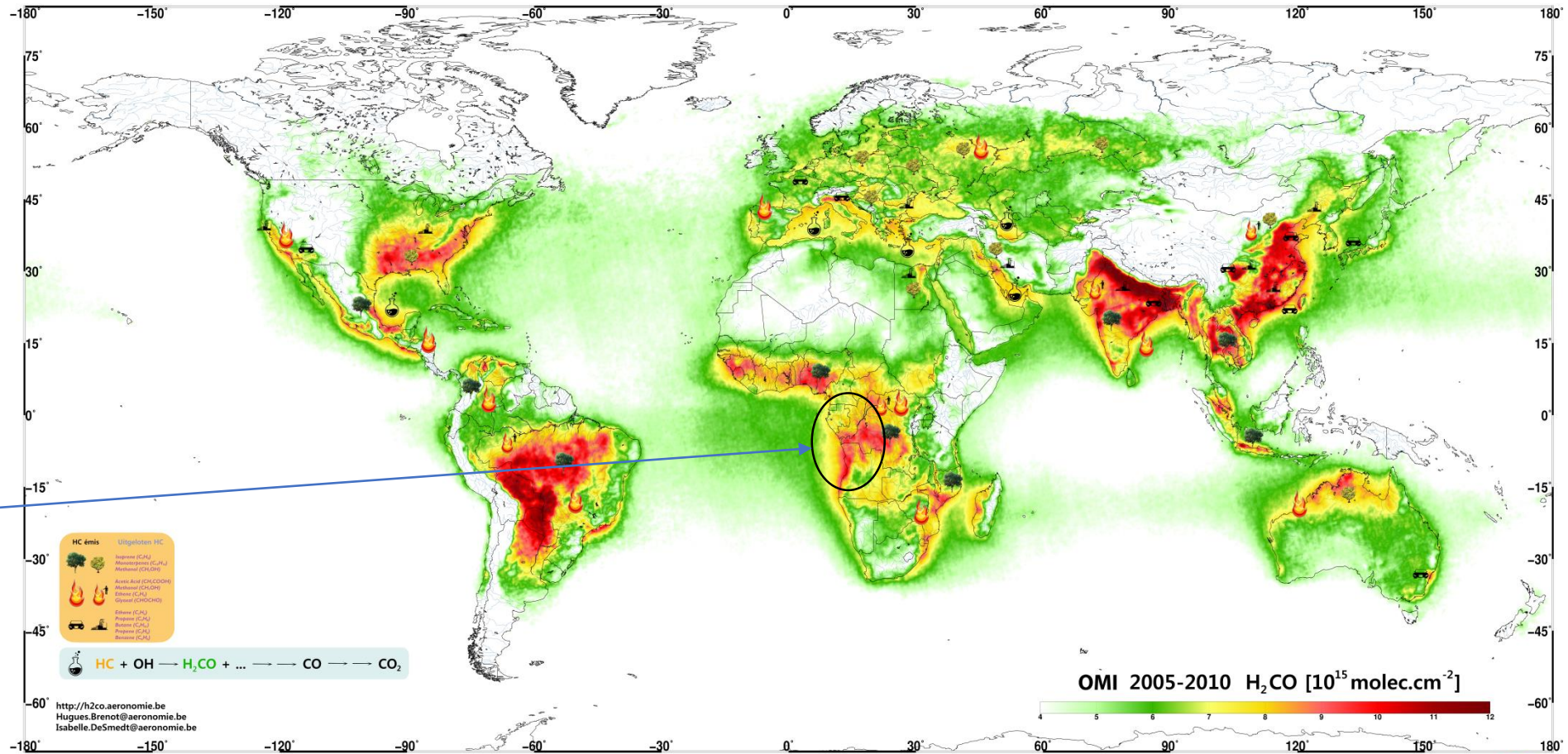
Emissions des industries
Emissies van industrie



Centrales à charbon
Kolen centrales

OBSERVATION SATELLITE

Cartographie globale du formaldéhyde (H₂CO)



Kinshasa est fortement frappé par le HCHO

Emissions naturelles



Photosynthèse/Respiration des forêts tropicales
 Fotosynthese/ademhaling van regenwouden



Photosynthèse/Respiration des forêts tempérées
 Fotosynthese/ademhaling van gematigde bossen



Feux sauvages
 Bosbranden

Natuurlijke emissies

Emissions anthropiques



Emissions des véhicules
 Emissies van voertuigen



Emissions des industries
 Emissies van industrie



Feux d'agriculture
 Lichten landbouw

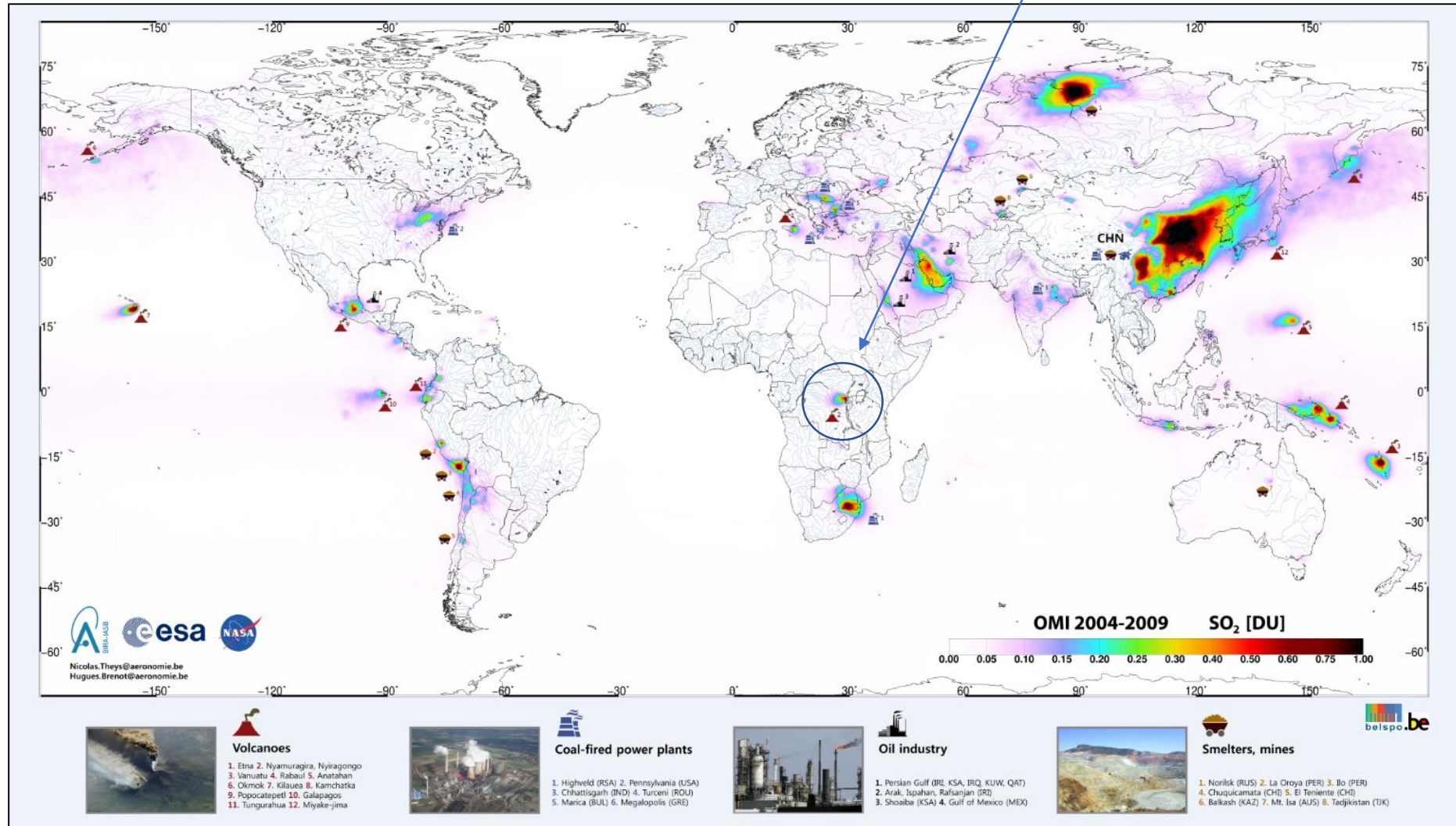
Antropogene emissies



OBSERVATION SATELLITE

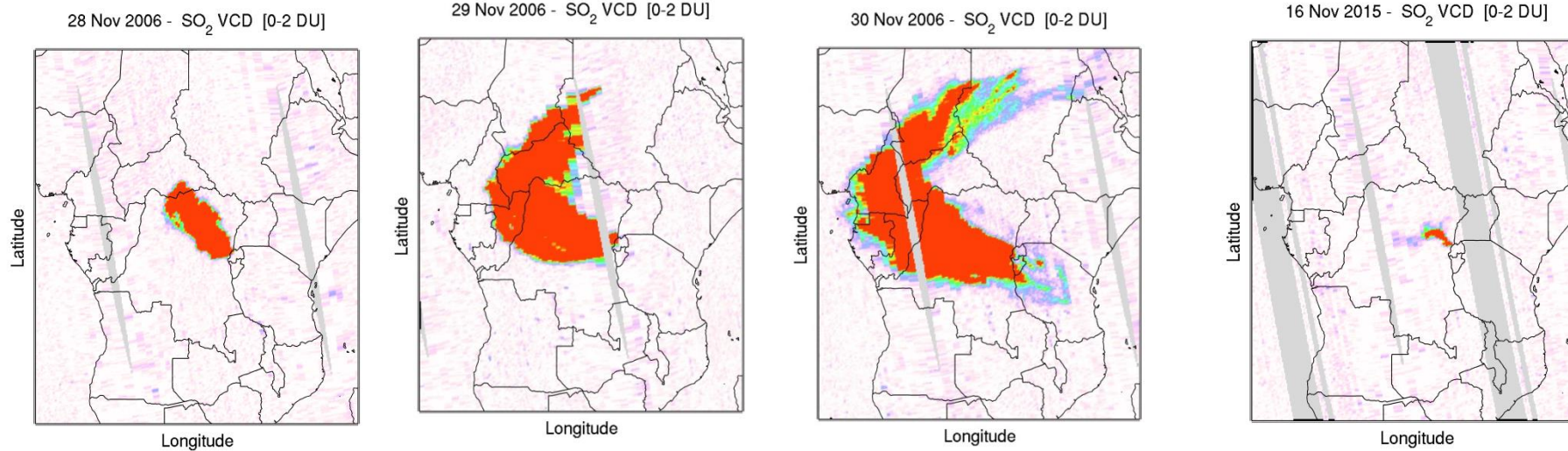
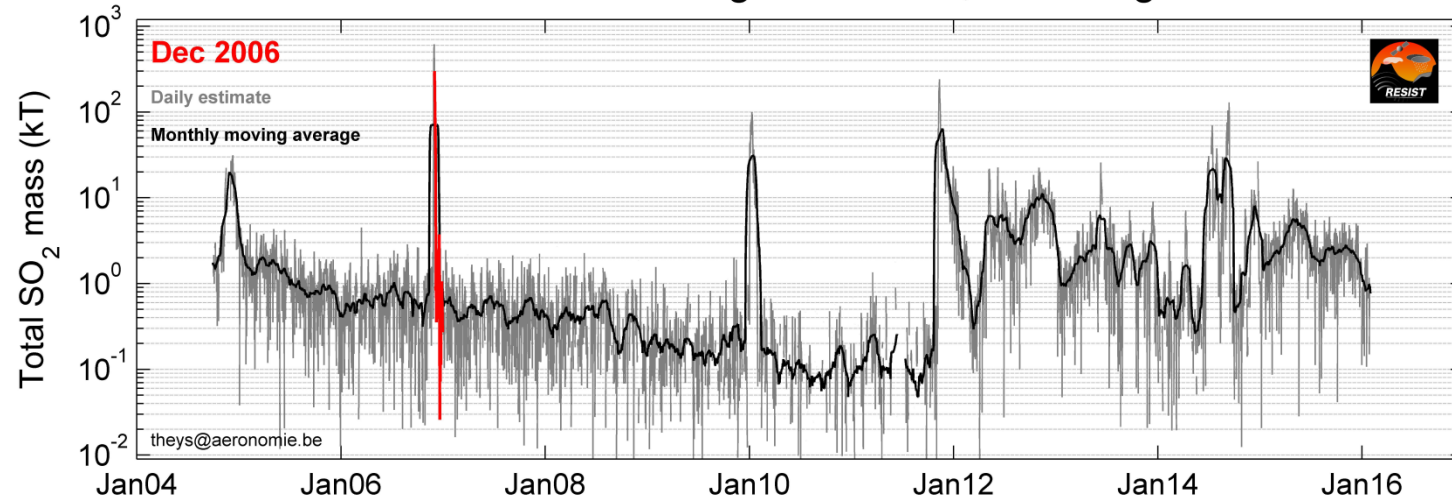
Cartographie globale du SO₂

À L'EST de la RDC



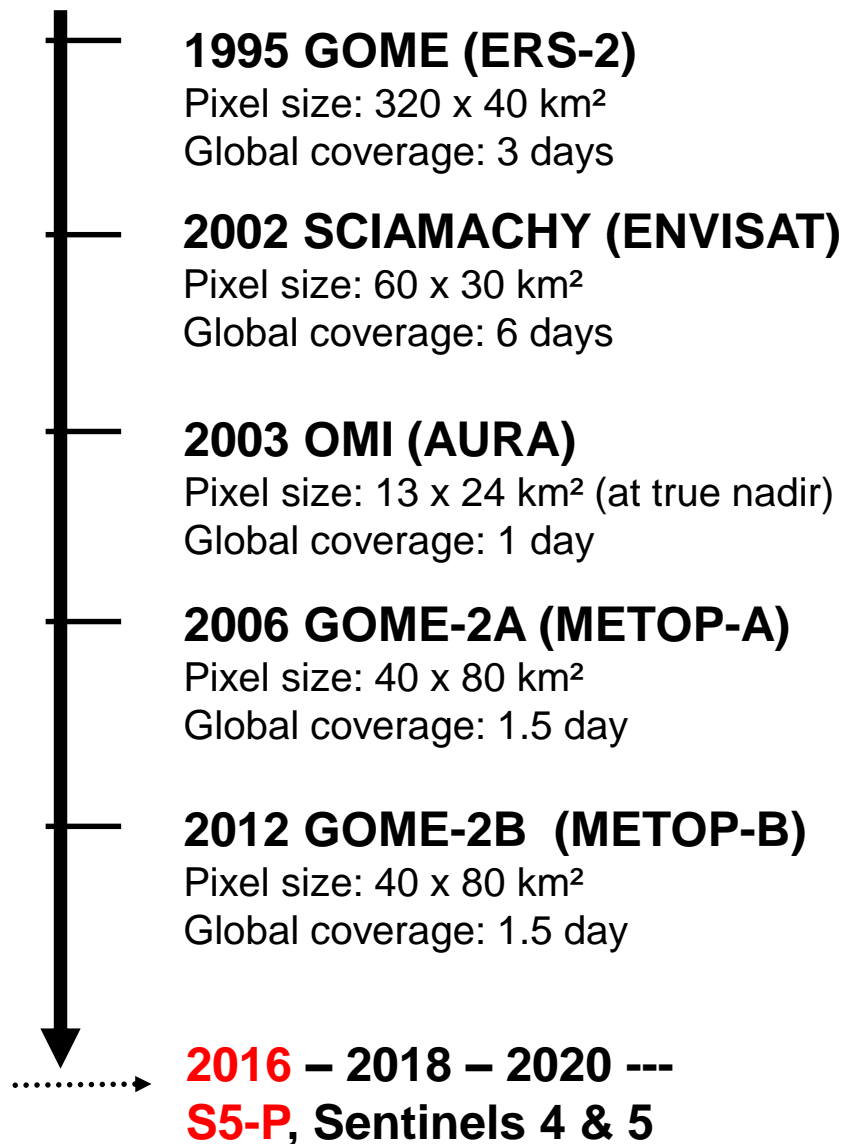
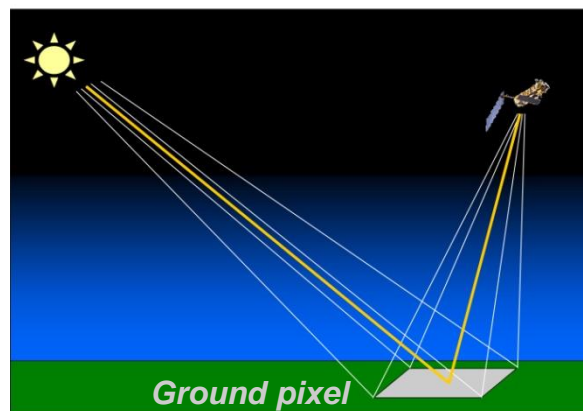
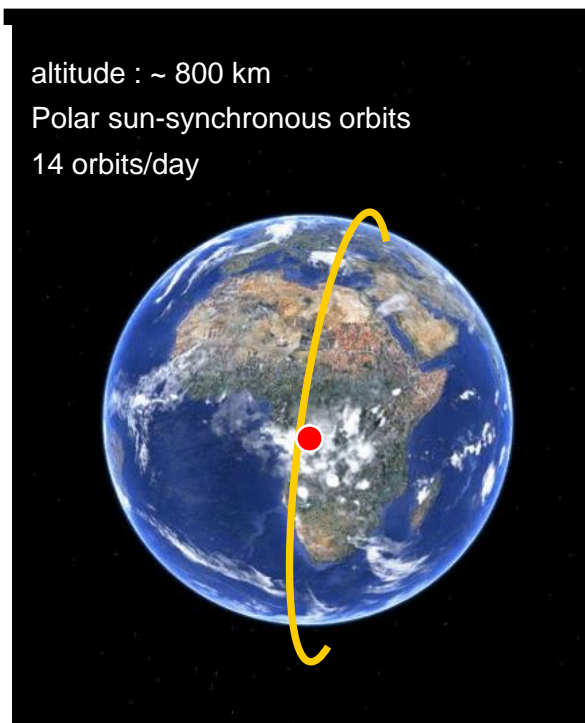
Le SO₂ des volcans du Congo par satellite

Ozone Monitoring Instrument, DR Congo

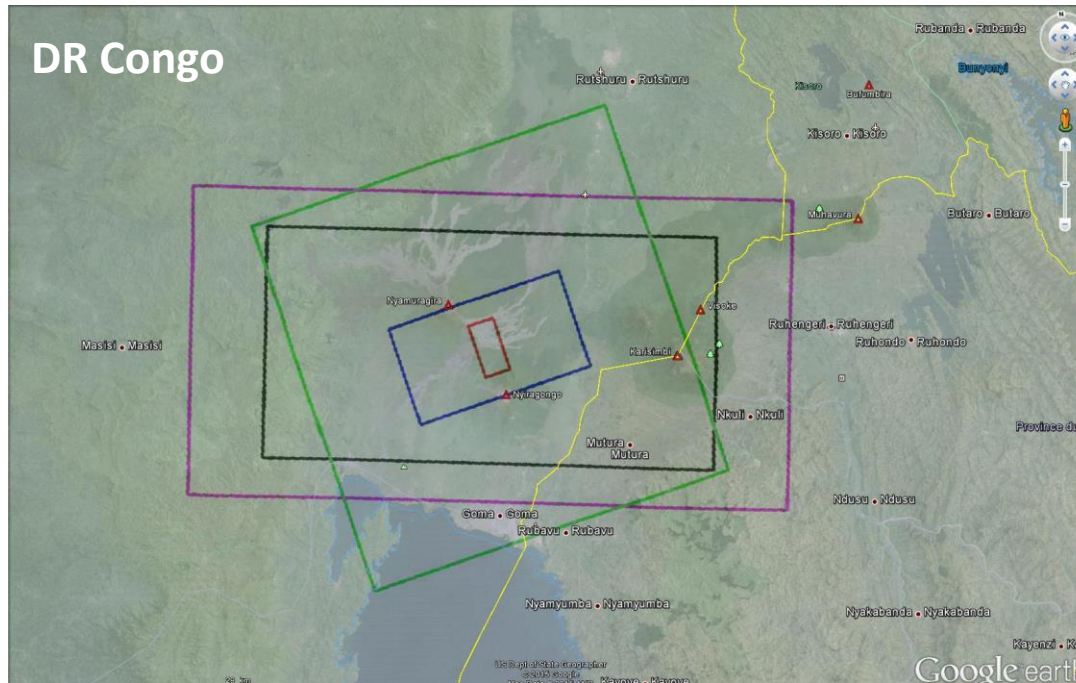


Déplacement du panache au cours du temps

SURVEILLANCE PAR SATELLITE



Senseurs Nadir UV-Vis



▲ Nyiamuragira,
Nyiragongo

GOME-2
(40x80 km²)
SCIAMACHY
(30x60 km²)
OMPS
(50x50 km²)
OMI
(13x24 km²)
TROPOMI
(3.5x7 km²)

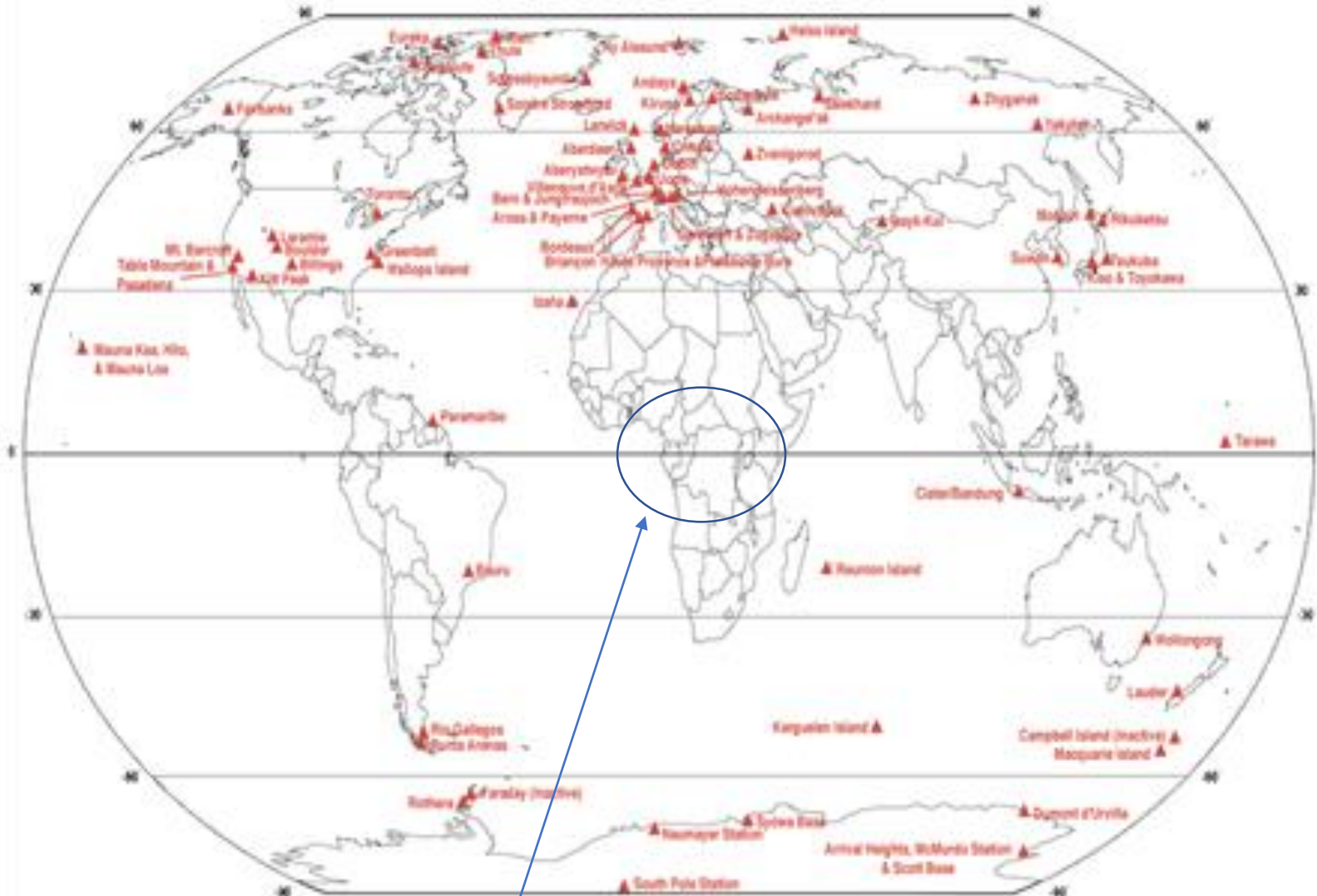
TROPOMI (Sentinel 5-Precursor), lancement Oct-Nov 2016

Permettra de mieux caractériser les émissions volcaniques:

- Monitoring des premiers signes d'éruptions
- Discrimination entre volcans proches

L'intérêt des mesures au sol en Afrique

NDACC Sites



NDACC: Network for the Detection of Atmospheric Composition Change

Il n'y a pas de stations de mesures en RDC!

Importance des réseaux de mesures au sol:

- Monitoring à long terme (tendances)
- Analyse locale, variations diurnes, saisonnières, etc
- Reference pour la validation des mesures satellites et de modeles

Installation équipement KinAERO

Mai 2017

IMPLEMENTATION DU SYSTÈME KinaERO

GRANDES PARTIES

1. NEXSTAR
2. PC (soft)
3. SPECTROMETRE UV-visible
4. GPS

Caractéristiques techniques du spectro

- from 290 nm to 540 nm
- largeur de la fente de 50 μm (slit-50)
- .alimentation est directement prise en charge quant il est branché à l'ordinateur via un câble USB ou soit avec une batterie 12 V



Pied du Télescope NEXSTAR 5 pour les mesures MaxDOAS avec une alimentation de 12,8v/1.5A.



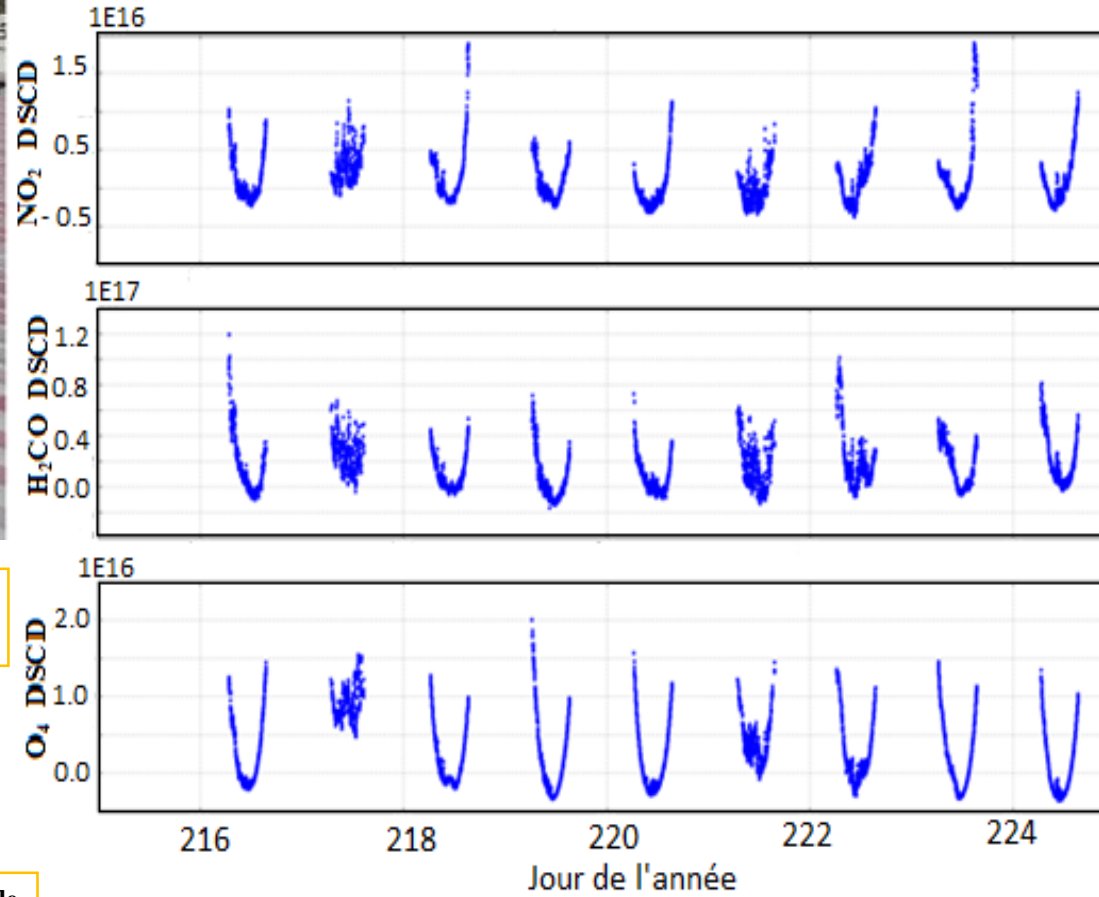
RECHERCHES EFFECTUEES A KINSHASA/UNIKIN



Illustration de l'installation de l'instrument NexStar sur le toit du bâtiment de Physique à l'UniKIN(a).



Cage expérimentale réalisée dans une salle de classe pour sécuriser les mesures continues et automatiques en mode Zenith(b).

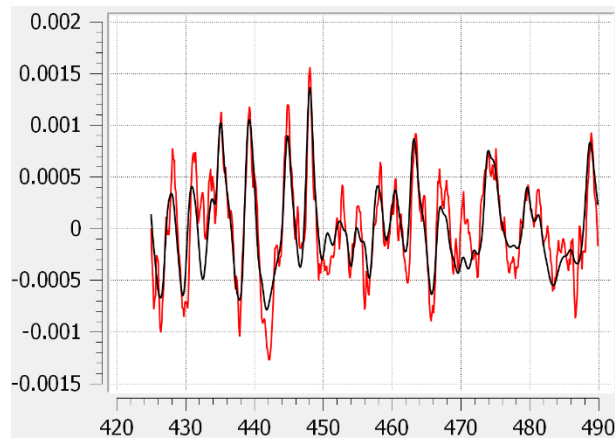
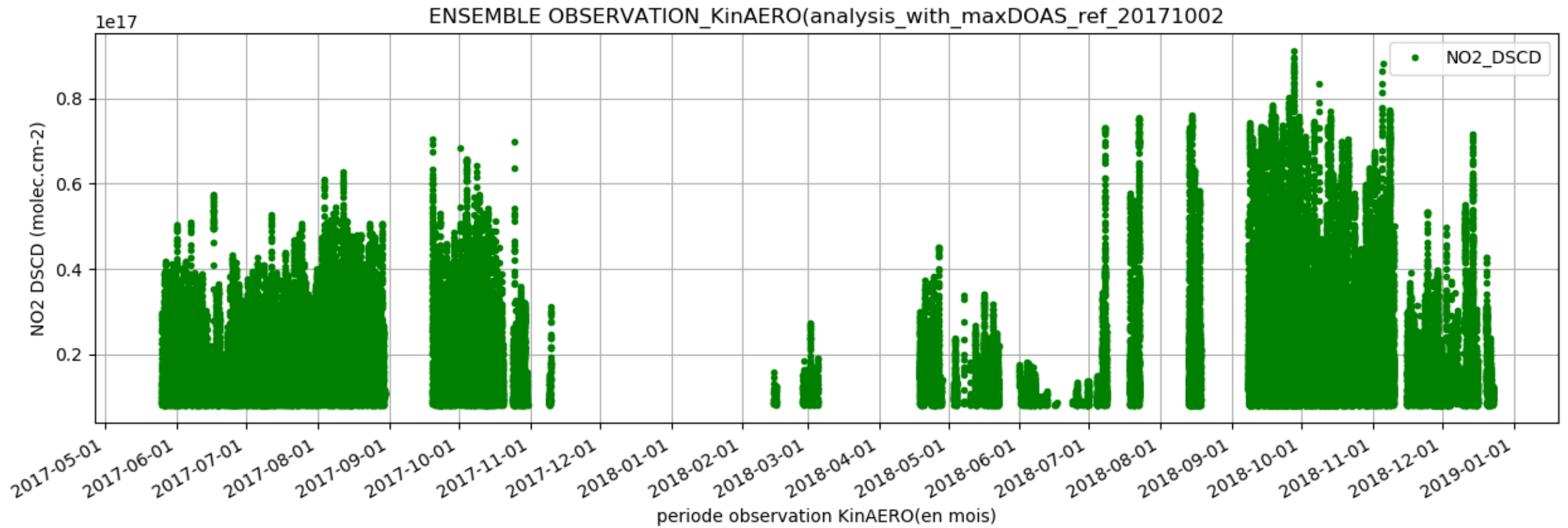


Colonnes obliques de NO₂, H₂CO et O₄ mesurées à Kinshasa au mois d'août 2017 pendant 9 jours

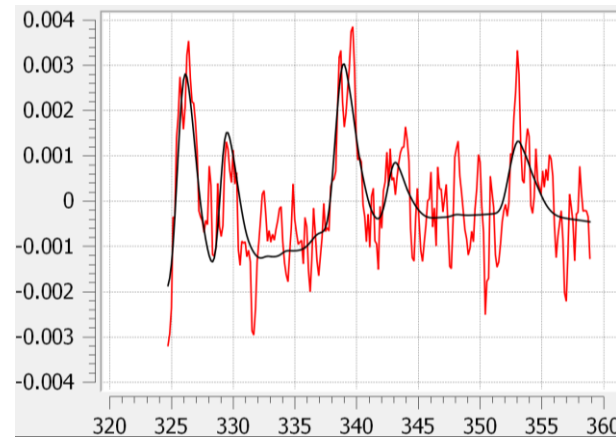


Mesures actuelles (35°) depuis le 7 juillet 2018

BASE DES DONNES DES COLONNES OBLIQUES DE NO2 ENREGISTREE GRACE A L'INSTRUMENT
KinAERO INSTALLE SUR LE TOIT DE LA FACULTE DES SCIENCE



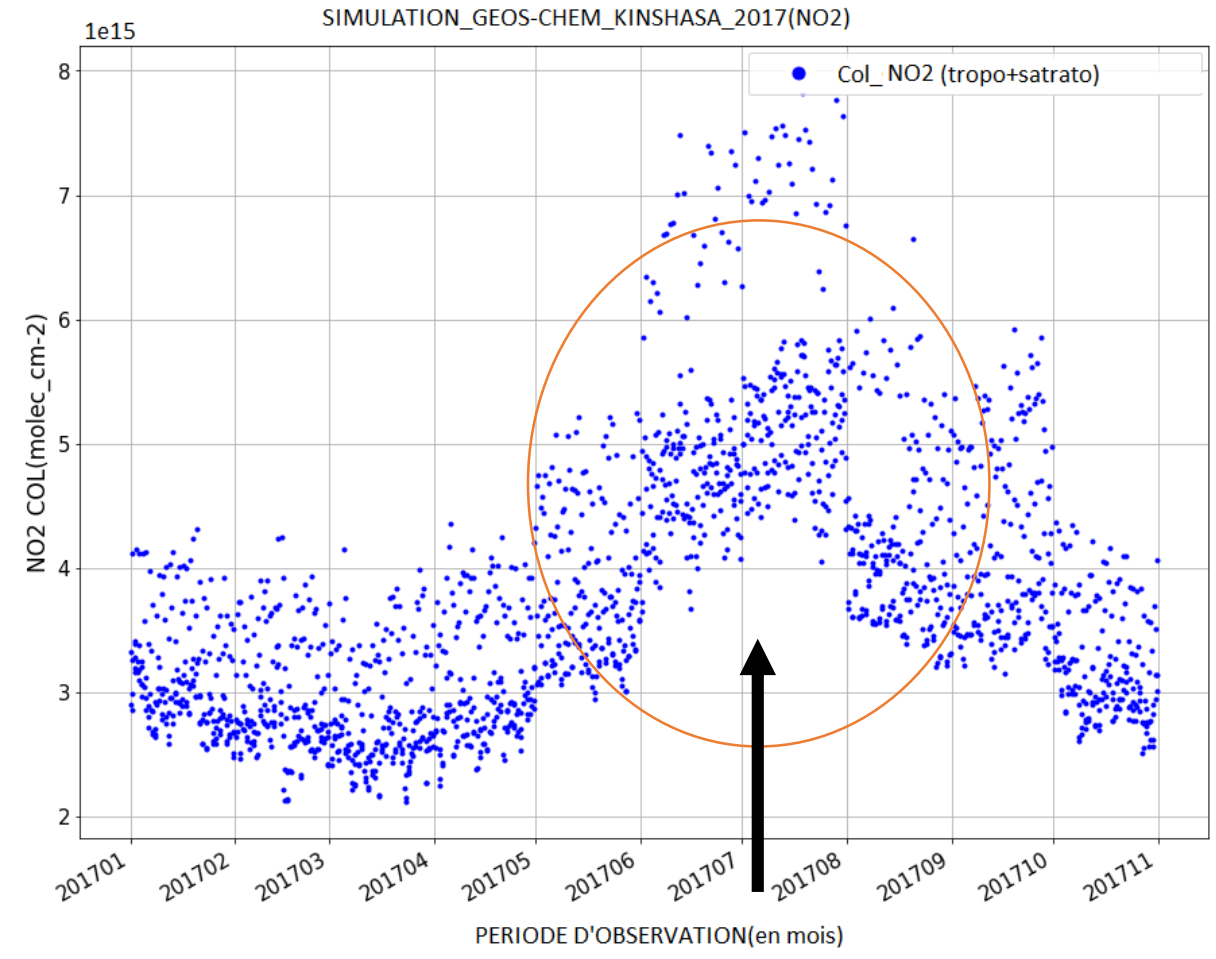
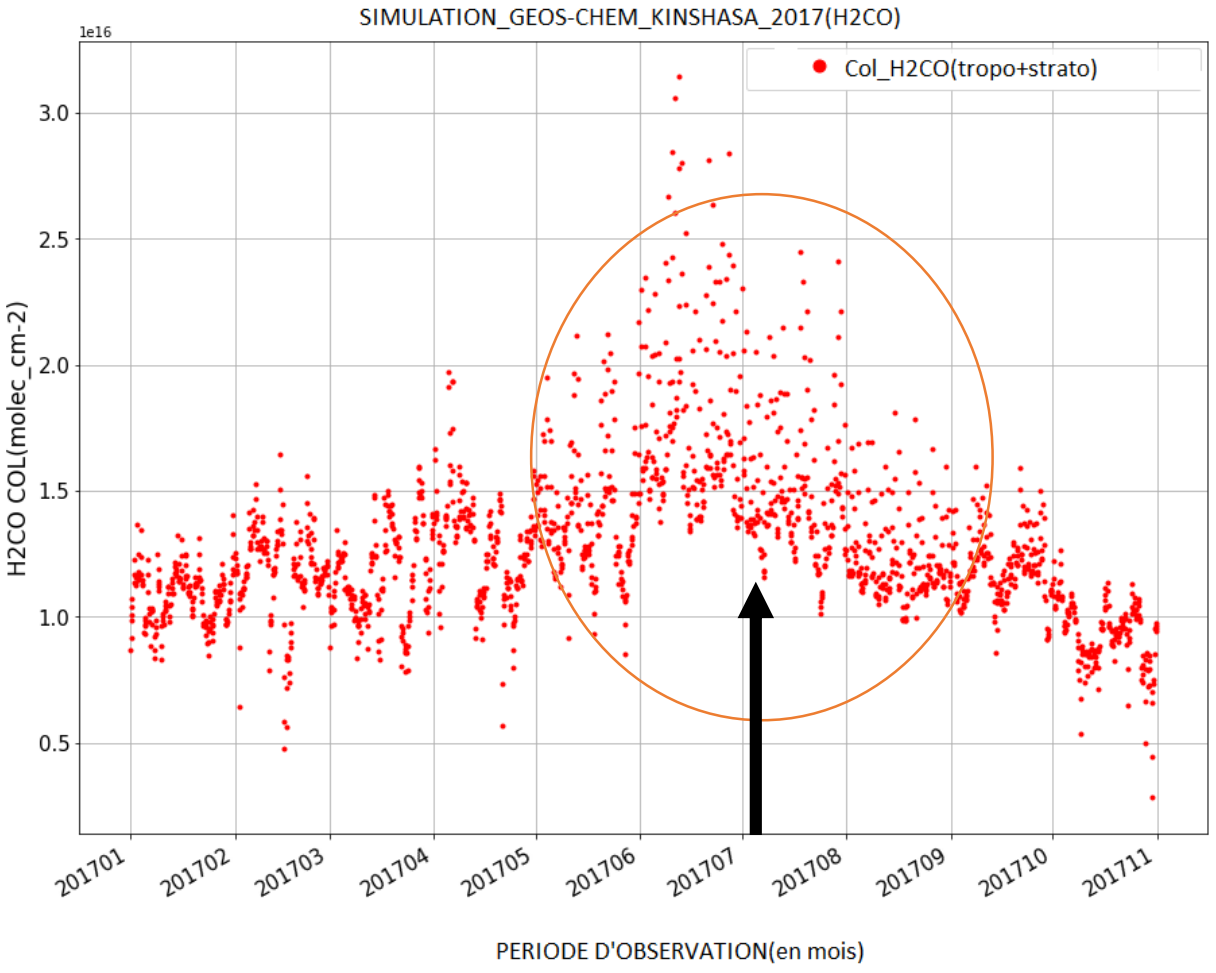
Exemple du fit NO2 avec QDOAS(2OCT2 018)
 $6.379 \pm 0.166 (\times e16 \text{ molécules.cm-2})$



Exemple du fit H2CO avec QDOAS(2OCT2 018)
 $7.942 \pm 0.644 (\times e16 \text{ molécules.cm-2})$

QUELQUES RESULTAS PRELIMINAIRES

Simulation de la variation saisonnière de NO2 et HCHO à Kinshasa



Simulation GEOS-CHEM_(H2CO) et (NO2)Variation saisonnière(2017):(Extraction toutes les 2 heures)

Simulation de la variation saisonnière de NO2 à Kinshasa et comparaison avec les observations SATELLITE OMI

Projection premiers résultats

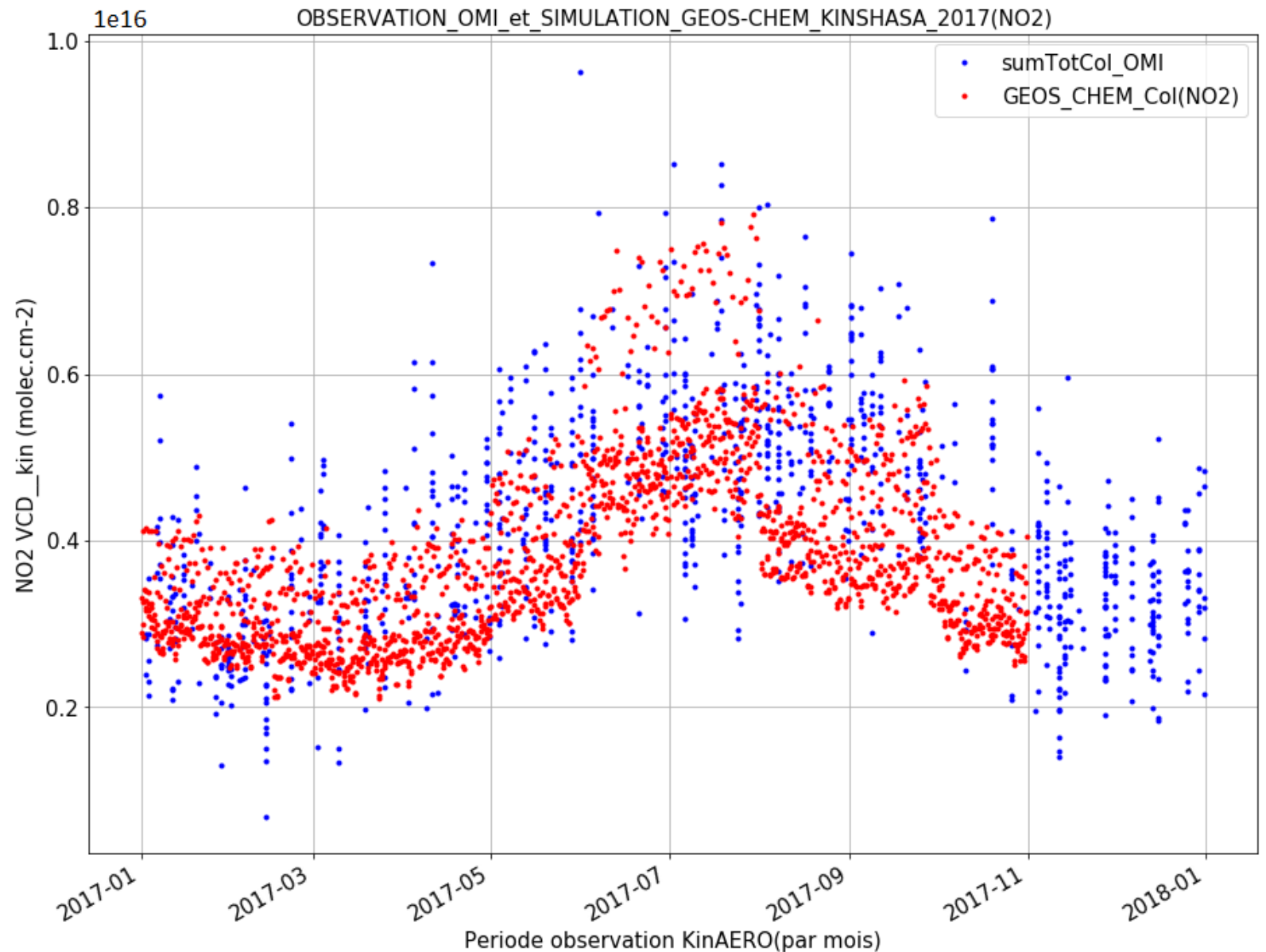
Filtrage OMI

- 1) $\text{amftrop}/\text{amfgeo} > 0.2$
- 2) $\text{cloud_radiance_fraction} \leq 0.5$

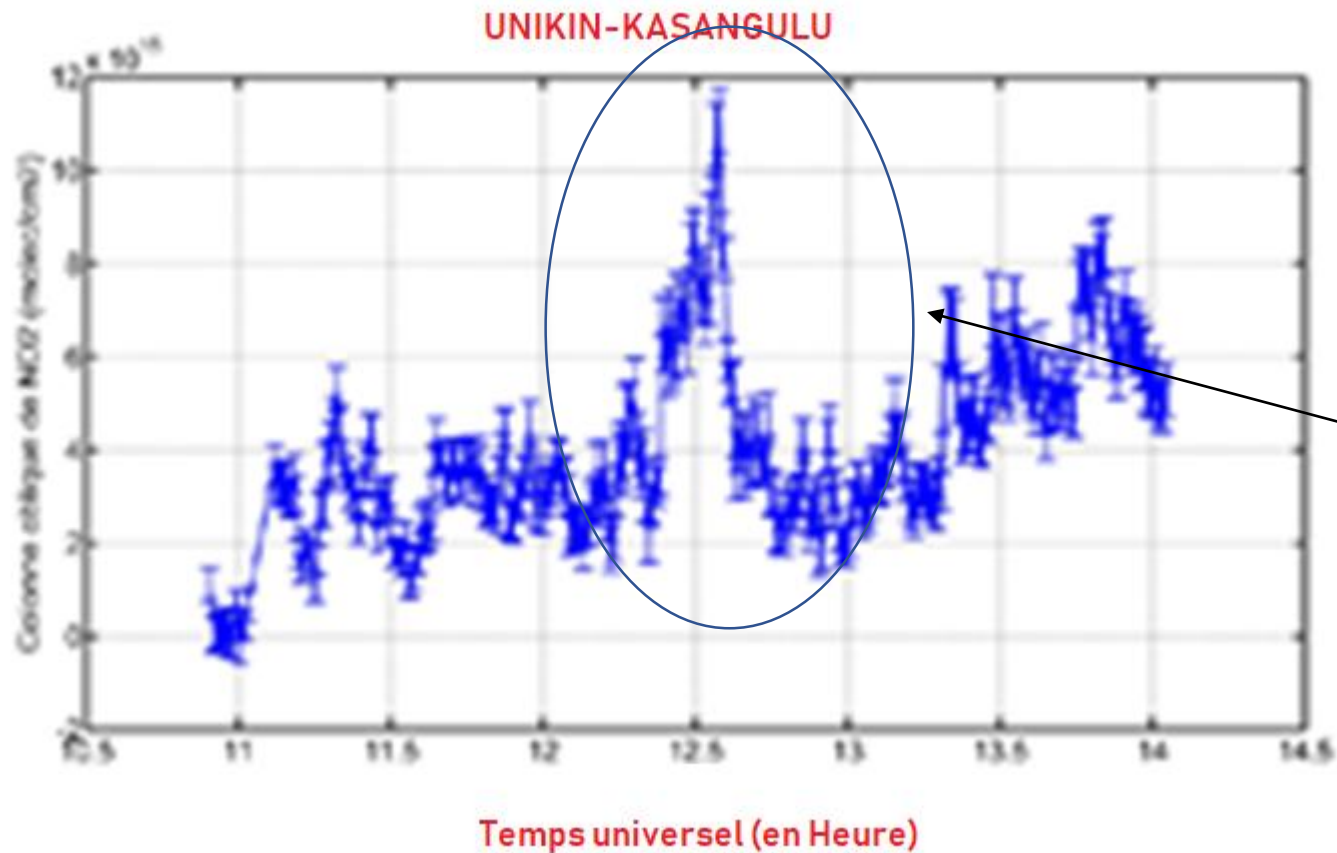
Résolution spatiale OMI : 24×13 km² (OMI) (±13:40 hrs)

Geos-chem:

-Résolution spatiale Geo : 2° x 2.5° (222kmX333km)



MESURES MOBILES

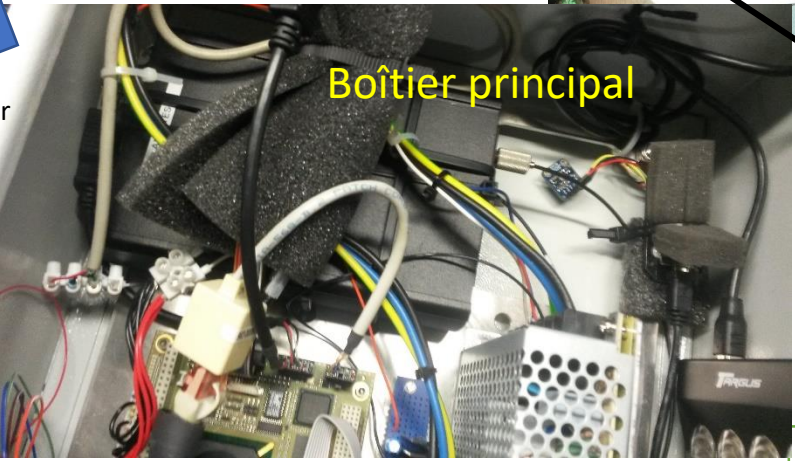
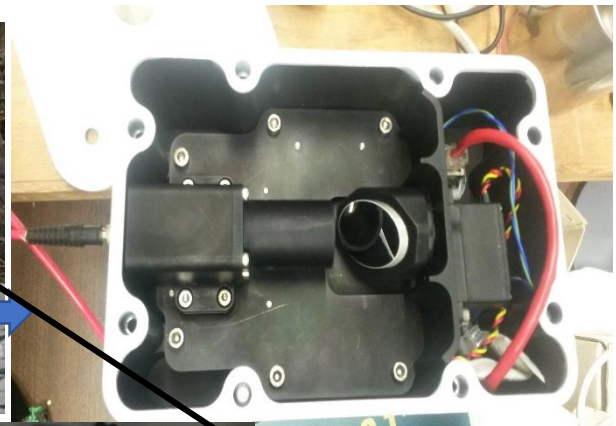
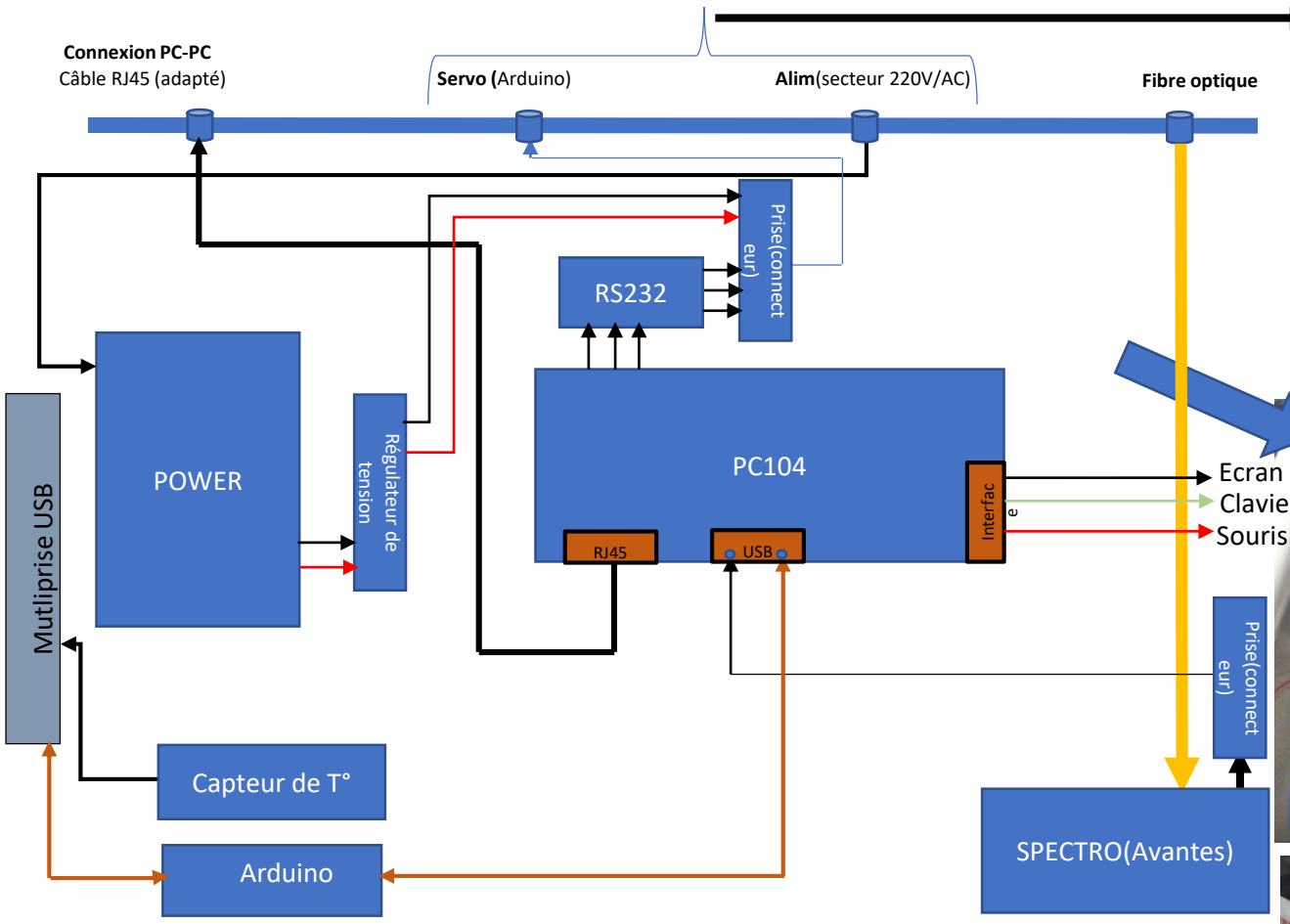


Les mesures mobiles faites à Kinshasa au mois de Juillet confirme un pic de NO₂ au niveau de Matadi Kibala

PROJETS A VENIRS

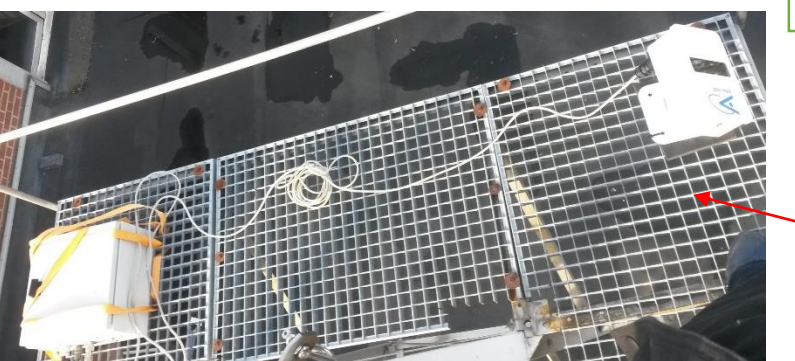
INSTALLATION D'UN NOUVEL INSTRUMENT
PROFESSIONNEL TESTE A L'IASB/Belgique
(prévu en novembre 2019)

instrumentation KinAERO professionnel



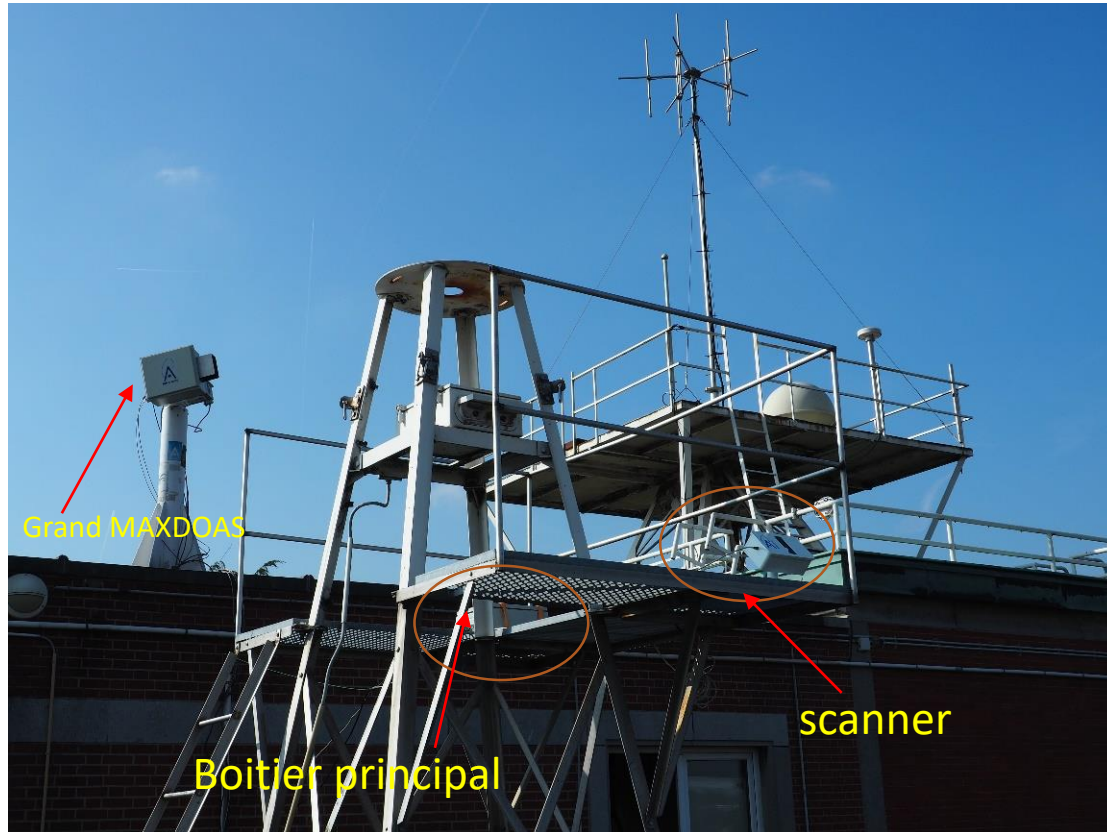
Soft d'acquisition
Développé à l'IASB

spectro(280-550 nm, 0.7 nm FWHM), PC(104), Alimentation avec regulation, carte d'acquisition Arduino, connectique(cables et prises). 600 µm de diameter fibre optique, 220V/AC, ethernet, Contrôle du scanner RS-232 sur RJ-45.

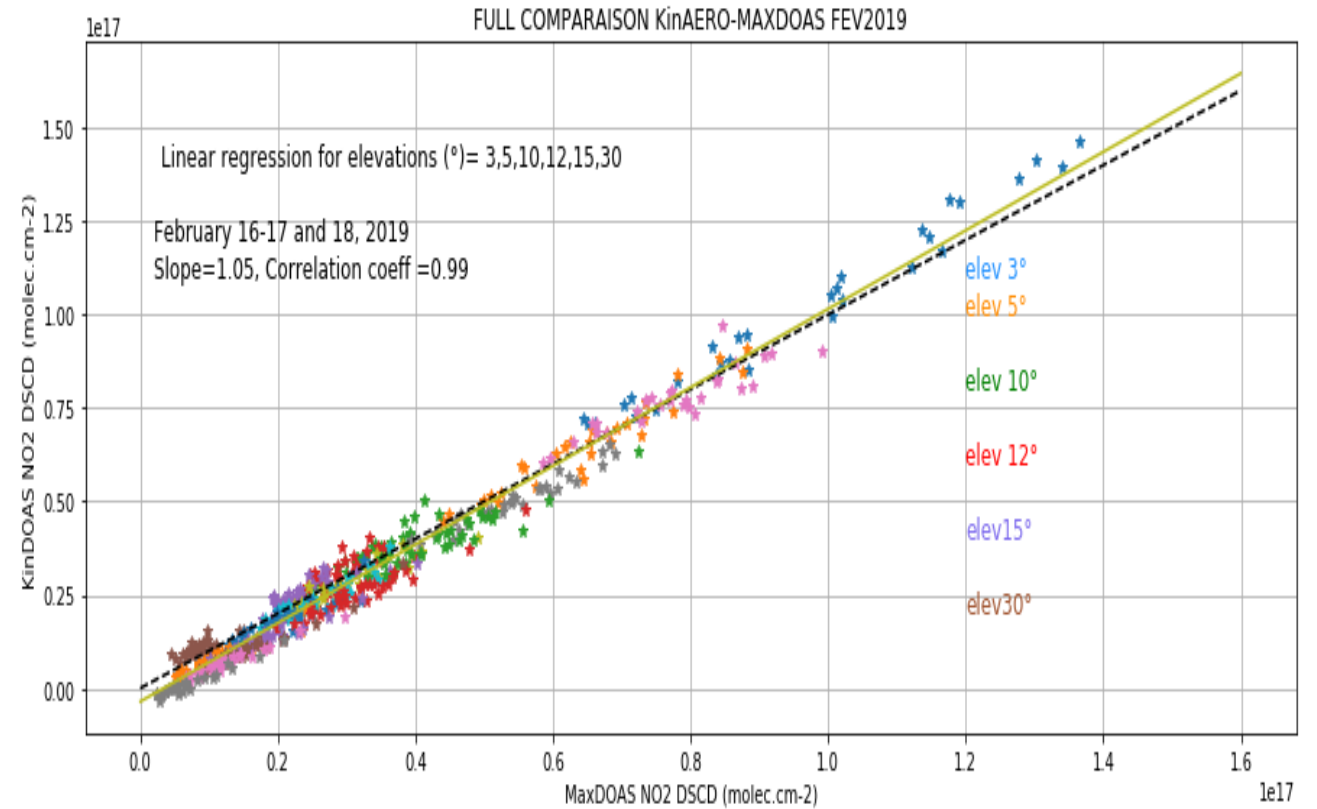


Validation nouvel Instrument KinAERO à l'IASB/Belgique

instrumentation NewKinAERO (test_result)



Installation Test(IRM): Grand MaxDOAS et KinAERO



Comparaison KinAero_MAXDOAS(IRM) pour 3 jours (16,17 et 18 Fev à UCCLE)

CONCLUSION ET SENSIBILISATION

A Kinshasa, la pollution atmosphérique dépasse parfois le seuil toléré. Il circule dans l'air kinois (de Kinshasa). Cette pollution est très dangereuse pour la santé. Les données (OMS) et les observations satellites prélevées à Kinshasa, révèlent une situation inquiétante pour la capitale congolaise.

Malgré toutes ses informations alarmantes, les pouvoirs publics en RDC continue à tolérer l'absence des pots catalytiques des véhicules, l'importation des modèles de véhicules plus anciens de qualité médiocre ; la vente d'un carburant de faible qualité (l'essence n'est plus plombée en Afrique que depuis 2006) et des infrastructures routières insuffisantes et en mauvais état pour l'écoulement du trafic.

Ces problèmes se combinent avec ceux de l'émission des espèces polluantes en provenance des entités industrielles peu équipées en système de lavage de fumée, en provenance des millions de générateurs au diesel qui pallient les insuffisances de la distribution électrique et de la combustion des déchets entassés dans des décharges à ciel ouvert.

Dans les bidonvilles, la cuisson des aliments se fait principalement au charbon de bois dans des foyers ouverts, ce qui constitue la principale source de pollution de l'air intérieur.

Avec les moyens de bord, nous avons installé une première station d'observation atmosphérique sur le site de l'Université de Kinshasa depuis mai 2017. Les données de cette station révèlent des signatures claires des molécules polluantes comme le NO₂, le HCHO et les aérosols. Les données de cette station pourront être utilisées principalement pour mener des études, qui par la suite serviront dans le domaine de la prévention et de la gestion des épisodes de pics de pollutions

Thanks for your attention

Rodriguez Yombo, Uliège-Unikin
University of Kinshasa, July 2019

