

# POLLUTION ATMOSPHERIQUE A KINSHASA

**PREMIERES MESURES, PREMIERS RESULTATS**

**RODRIGUEZ YOMBO**

Doctorant en Sciences Spatiales  
Université de Liège/Université de Kinshasa

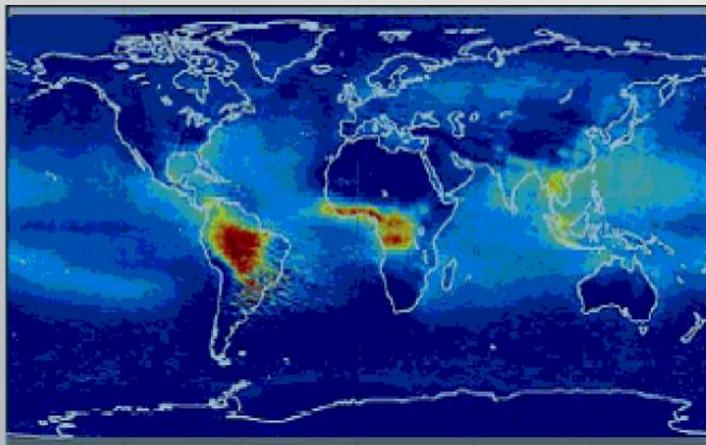
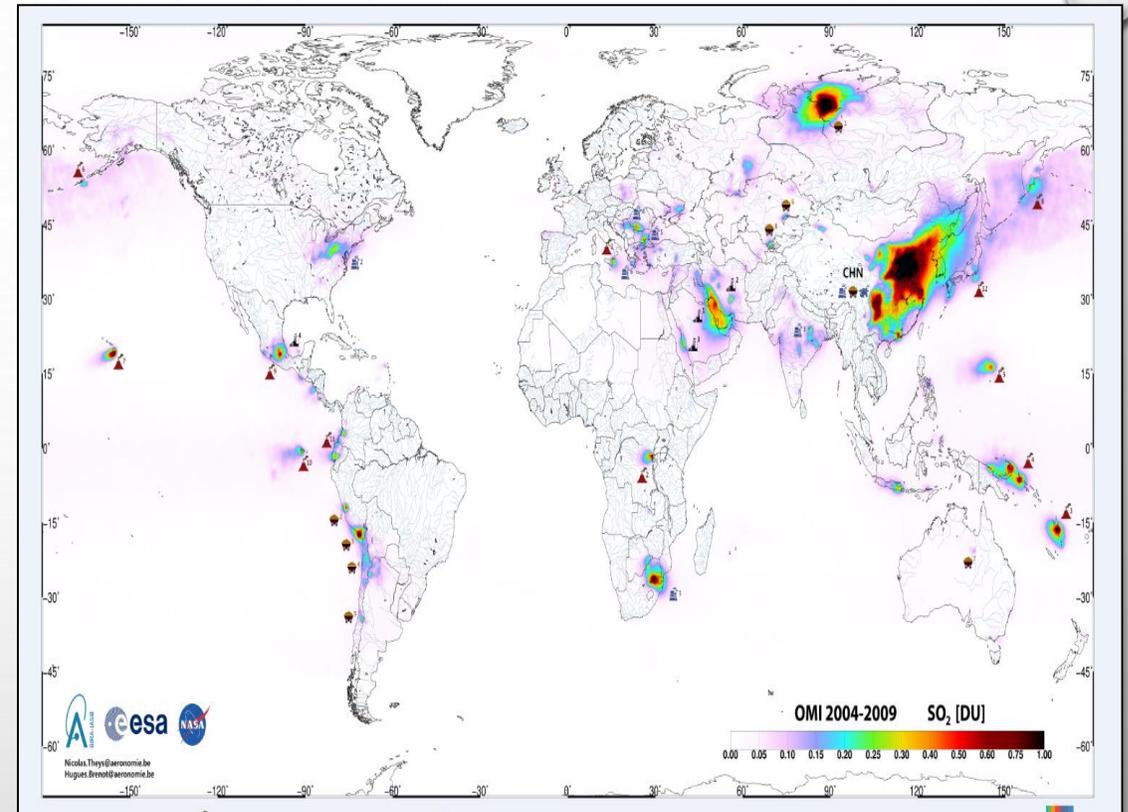
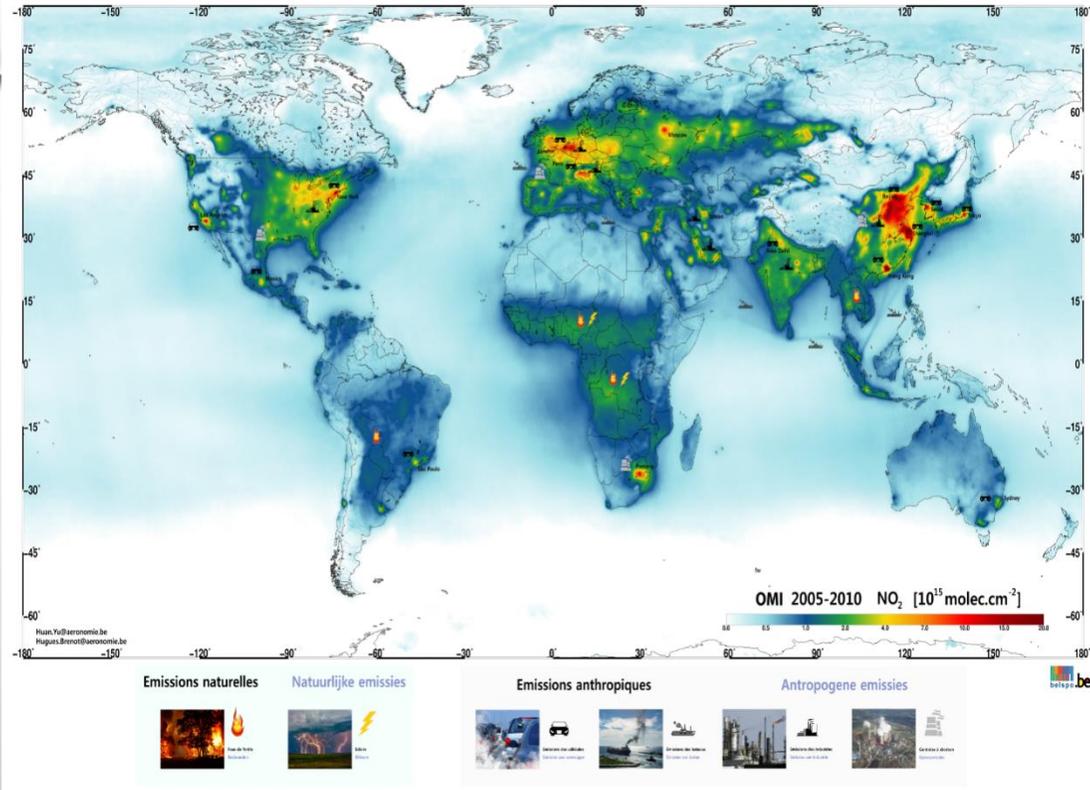
**Octobre 2019 Sénégal-Thiès**

# PLAN D'EXPOSE

- MOTIVATIONS
- OBJECTIFS FIXES
- INSTRUMENTATION
- RESULTAT TEST
- COMPARAISON SIMULATION
- PREMIERS RESULTATS
- CONCLUSIONS



# MOTIVATIONS((LOCALE)



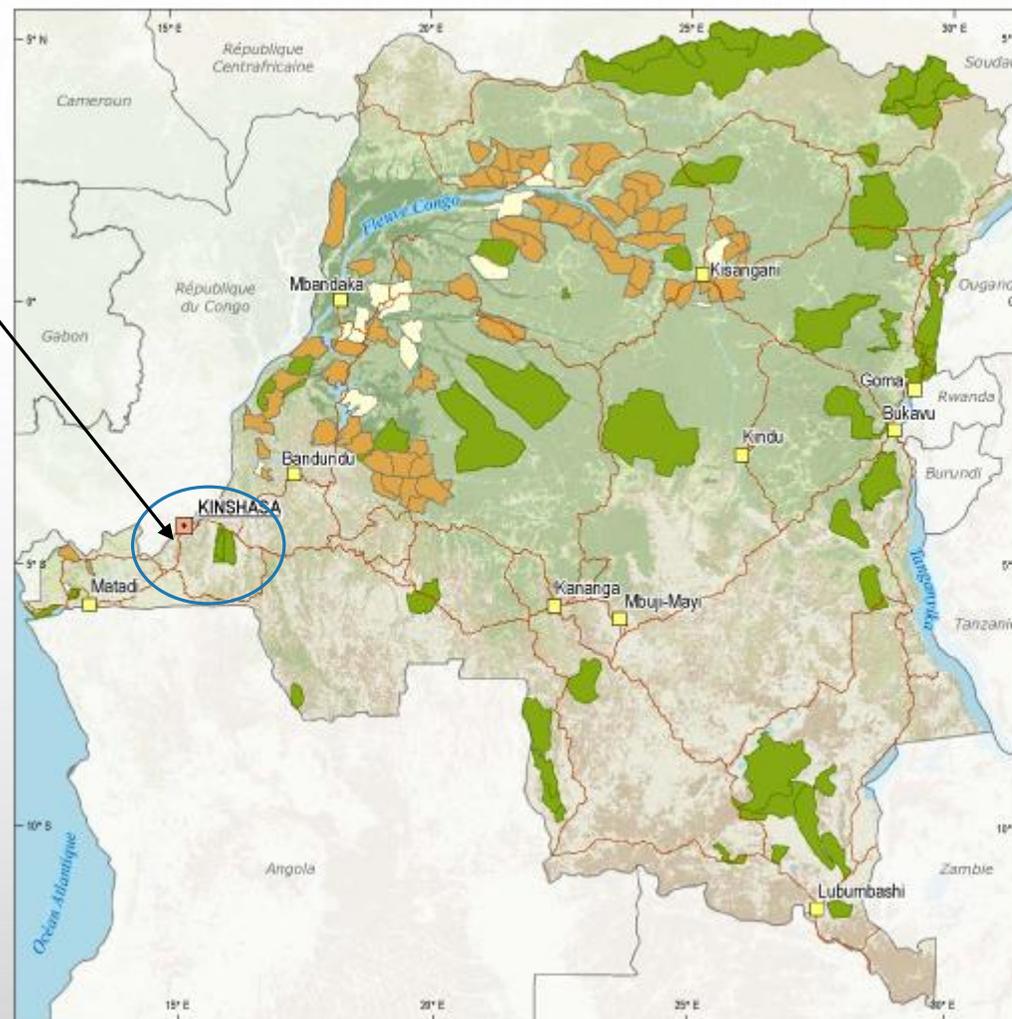
# MOTIVATIONS((LOCALE)



Informations alarmantes

**OMS: 60micro/m-3 (PM2.5)**

**OCDE : a progressé de 36% entre 1990 et 2013.**



**Légende**

- Capitale
- Chef lieu de province
- Route nationale

**Domaine forestier**

- Titre forestier
- Titre forestier non convertible mais ayant fait objet d'avis particulier de la CIM
- Aire protégée

**Occupation du sol**

- Forêt édaaphique
- Forêt dense
- Complexe rural
- Mosaïque forêt-savane
- Forêt dense sèche
- Surface en eau
- Autre

Projection : Mercator RDC  
 Echelle 1 : 12 000 000  
 0 100 200 Km

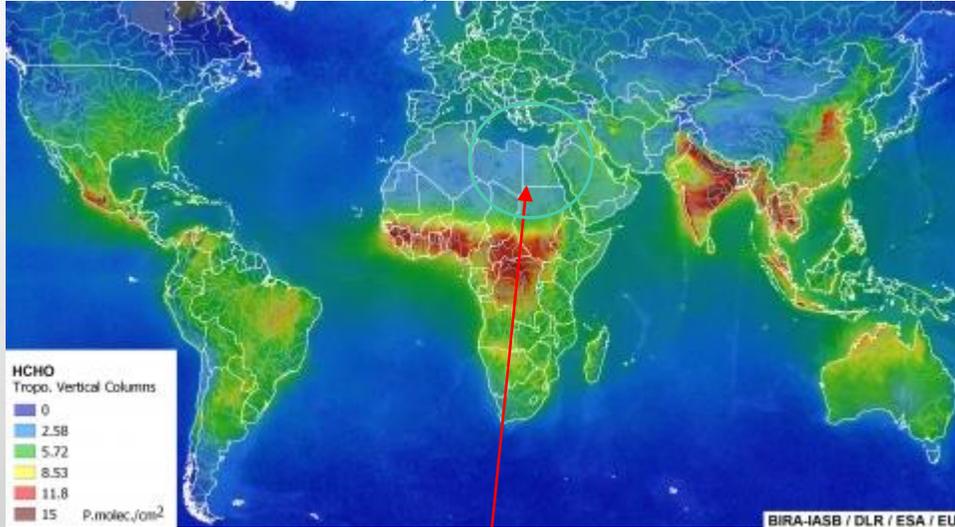
**Sources**

- Titres forestiers : DIAF, DGF
- Aires protégées : ICCN, WWF, OSFAC, AWF, FORAF
- Occupation du sol : SDSU, UCL, JRC, OFAC, 2008
- Lieux habités : RGC, carte géoréférencée de l'UCL, carte de base de l'IGC et image satellite
- Frontières : DCI/INGA
- Routes : RGC, carte de base de l'IGC, carte géoréférencée de l'UCL et image satellite

RDC(deuxième pays le plus grand d'Afrique et le plus grand pays d'Afrique subsaharienne: **2 345 409 km<sup>2</sup>**). Sa capitale Kinshasa(Ville de 10 millions d'habitants).

# MOTIVATIONS(INTER)

La participation au processus de validation de l'instrument TROPOMI S5P lancé en octobre 2017

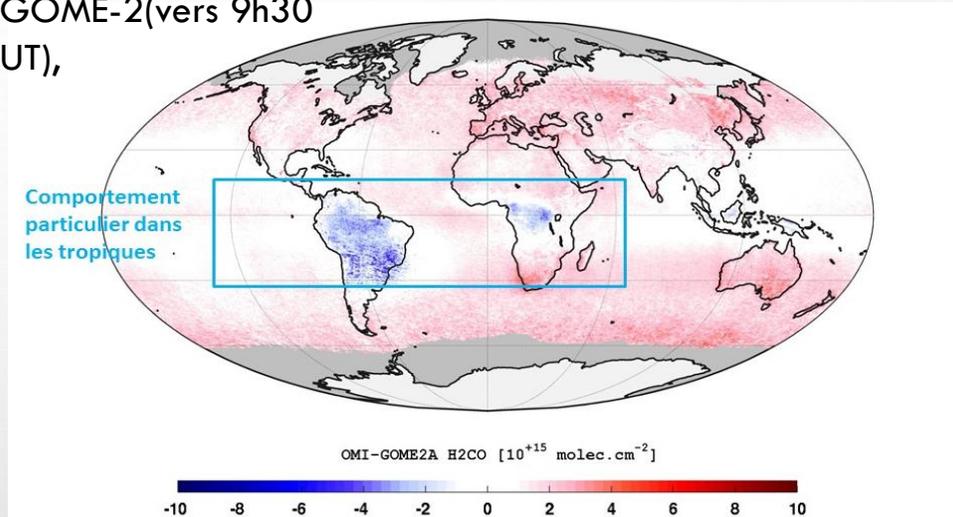


La participation de la station de Kinshasa pour le H<sub>2</sub>CO est d'une grande importance en raison de sa localisation, au voisinage de sources de VOC (Composés Organiques Volatils)

un premier ensemble de données (l'O<sub>3</sub>, le NO<sub>2</sub> et le CO) est accessible publiquement depuis juillet 2018. Pour le H<sub>2</sub>CO aussi depuis octobre 2018 ([www.tropomi.eu/data-products/level-2-products](http://www.tropomi.eu/data-products/level-2-products))

Contribuer à la connaissance du comportement diurne et saisonnier du H<sub>2</sub>CO dans les zones de forêt tropicales (le bassin du Congo)

OMI (vers 13h30 UT)  
GOME-2(vers 9h30 UT),



Variation diurne et saisonnière du H<sub>2</sub>CO de 2007 à 2013  
De Smedt et al. (2015)

Les mesures Bujumbura confirment que son atmosphère est influencée par les émissions biogéniques de H<sub>2</sub>CO mais elle est relativement éloignée du maximum d'émission, situé plus à l'Ouest au Congo(Gielen et al., 2017).

# OBJECTIFS A ATTEINDRE

Fournir en temps réel un bulletin mensuel sur la qualité de l'air à Kinshasa (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, VOC, AEROSOLS)

Via l'application GSM

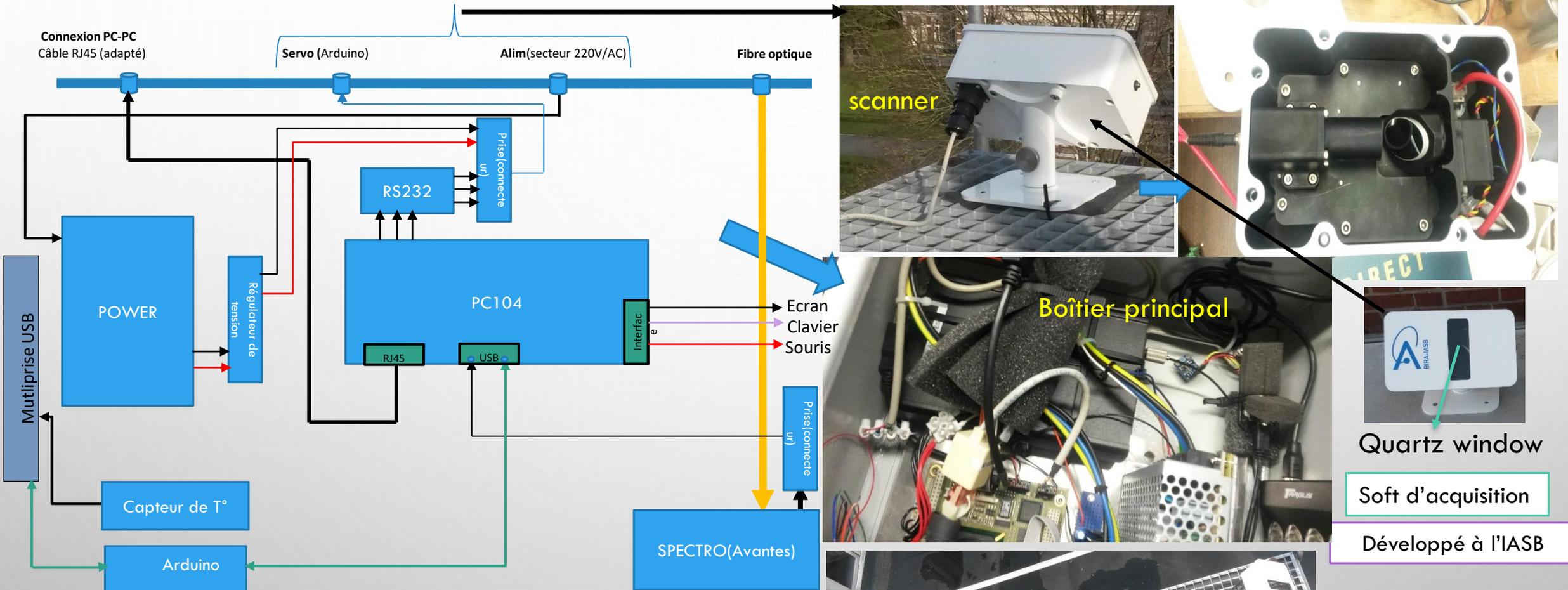
Site internet(KinAERO)

Sensibilisation publique ou télé

Validation satellite Tropomi SP5

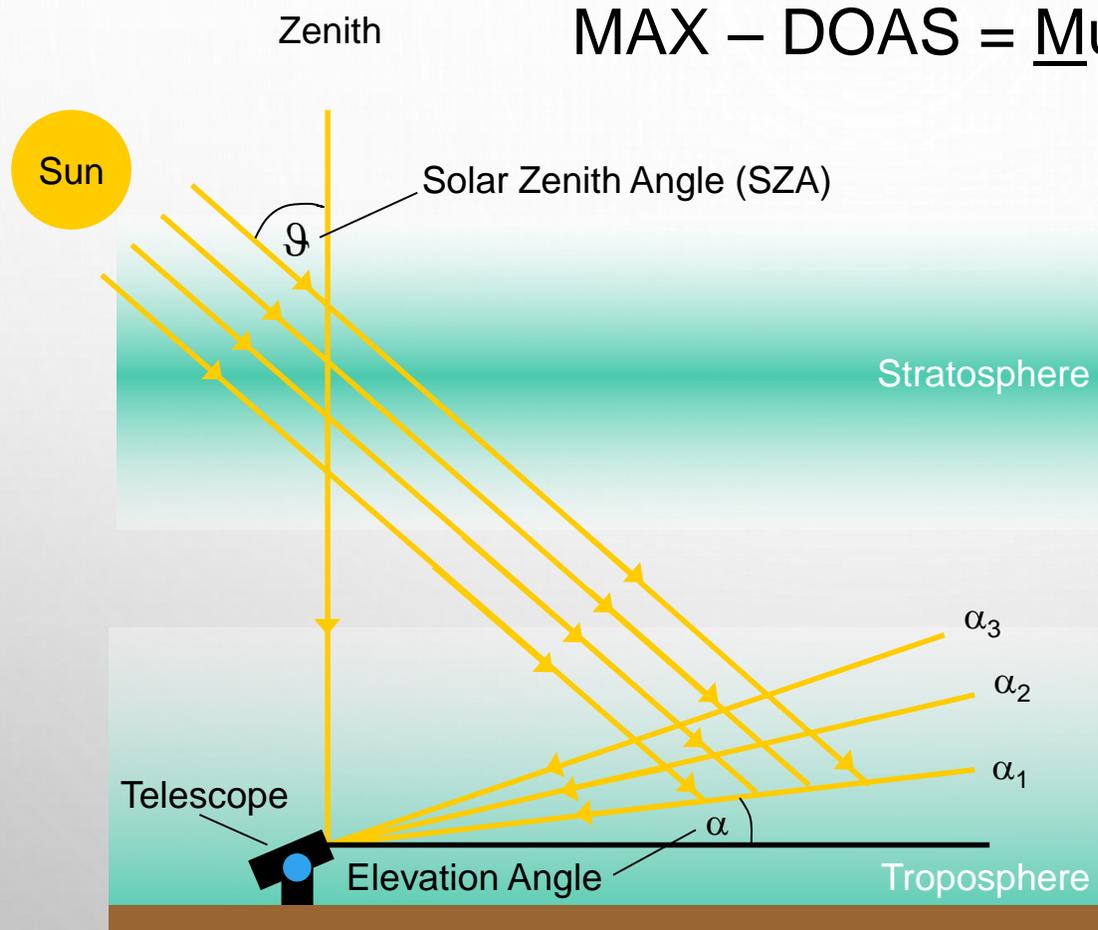
Etude comportement particulier H<sub>2</sub>CO

# instrumentation NewKinAERO (résultat test-IASB)



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

# Principe de la Mesure



MAX – DOAS = Multi – AXis – DOAS

- MESURE DU SPECTRE SOLAIRE A DIFFERENT ANGLE D'ELEVATION DU TELESCOPE
- LA LONGUEUR DU CHEMIN OPTIQUE DEPEND DANS LA TROPOSPHERE EST DIFFERENTE DANS CHAQUE DIRECTION D'ELEVATION
- **LE PROFILE DE LA CONCENTRATION VERTICALE PEUT ETRE TROUVE**

# Principe Analyse

$$I(\lambda) = I_0(\lambda) \cdot e^{-\int_L (\sum_i \sigma_i(\lambda) \cdot c_i(l) + \varepsilon_M(\lambda, l) + \varepsilon_R(\lambda, l)) dl}$$

$$\sigma(\lambda) = \sigma'(\lambda) + \sigma_B(\lambda)$$

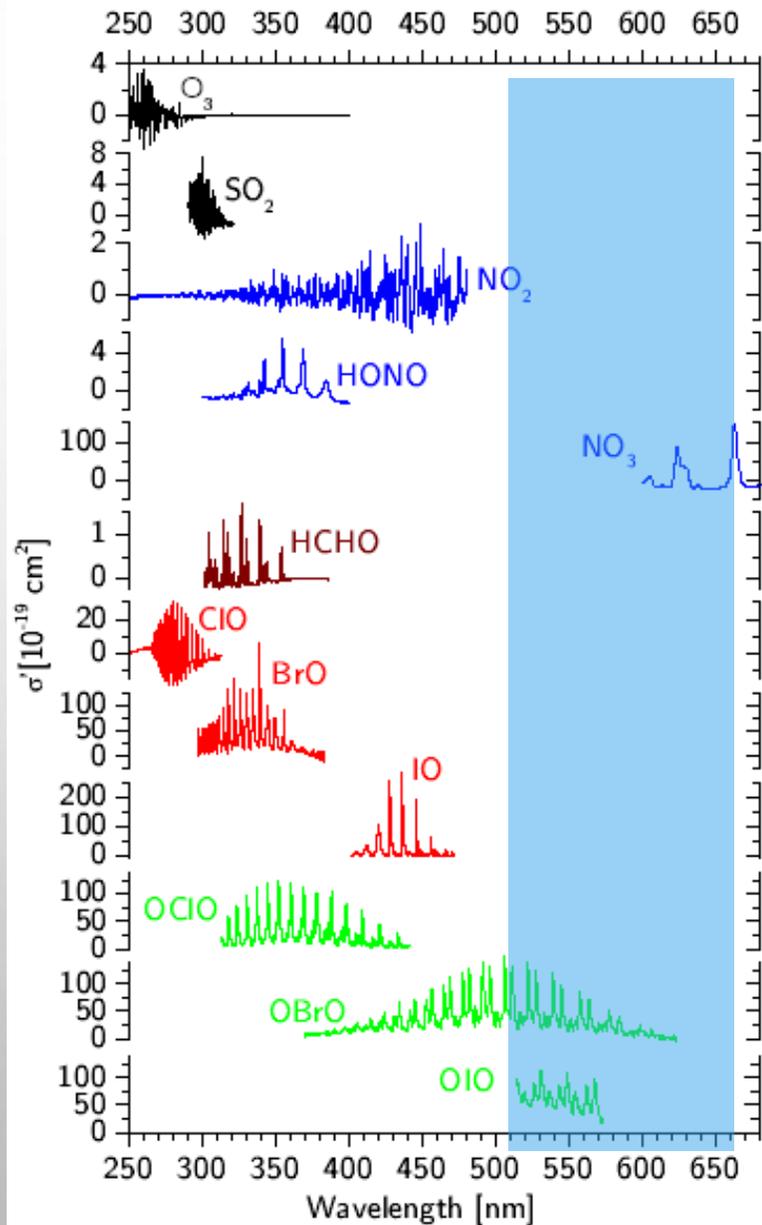
$$I(\lambda) = I_0'(\lambda) \cdot e^{-\int_L \sigma'(\lambda) \cdot c(l) dl}$$

$$I_0'(\lambda) = I_0(\lambda) \cdot e^{-\int_L (\sigma_B(\lambda) \cdot c(l) + \varepsilon_M(\lambda, l) + \varepsilon_R(\lambda, l)) dl}$$

The fitting procedure:

$$\ln \frac{I_{FRS}(\lambda)}{I(\lambda)} = \sum_i \alpha_i(\lambda) \cdot \sigma_i'(\lambda) + p(\lambda)$$

$\alpha_i$  = fit coefficient of the absorber  $i = \int c_i(l) \cdot dl \approx c_i \cdot l$



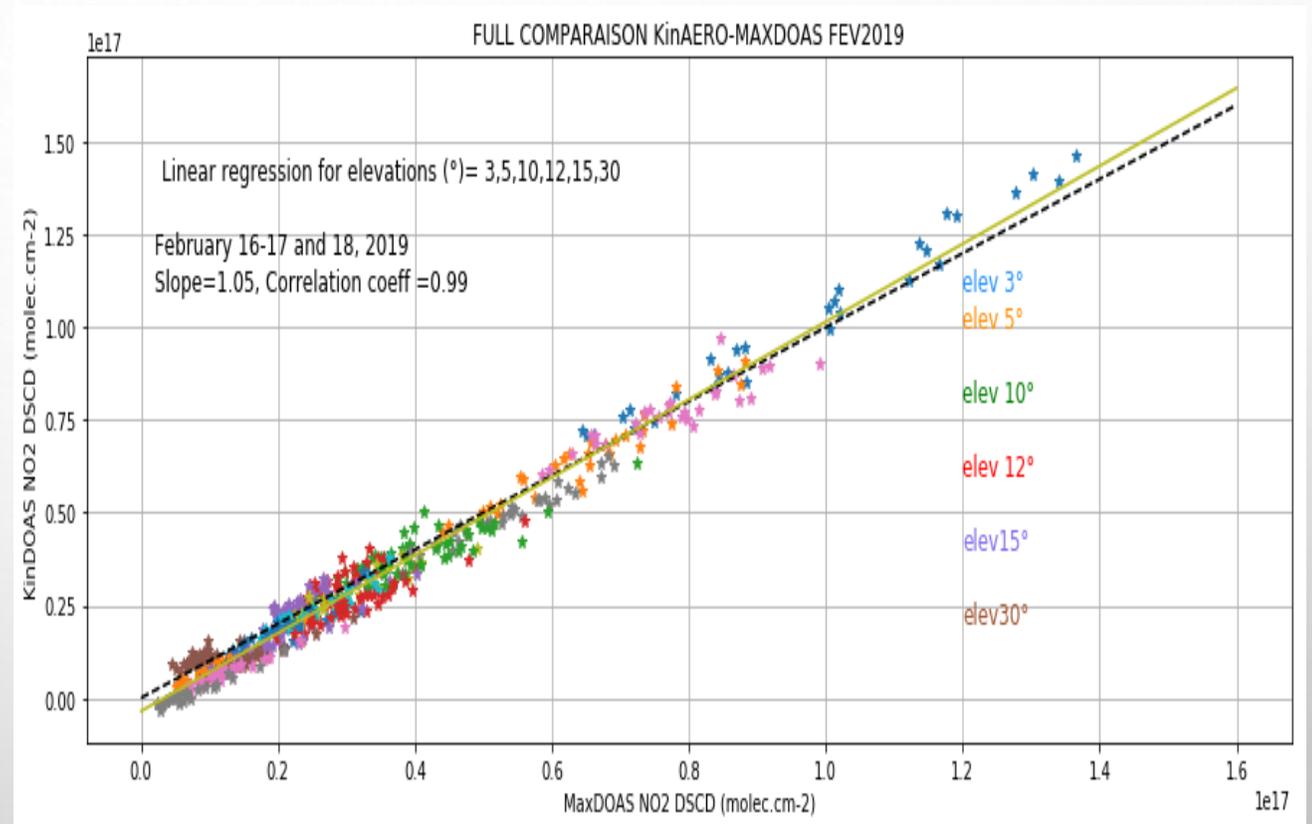
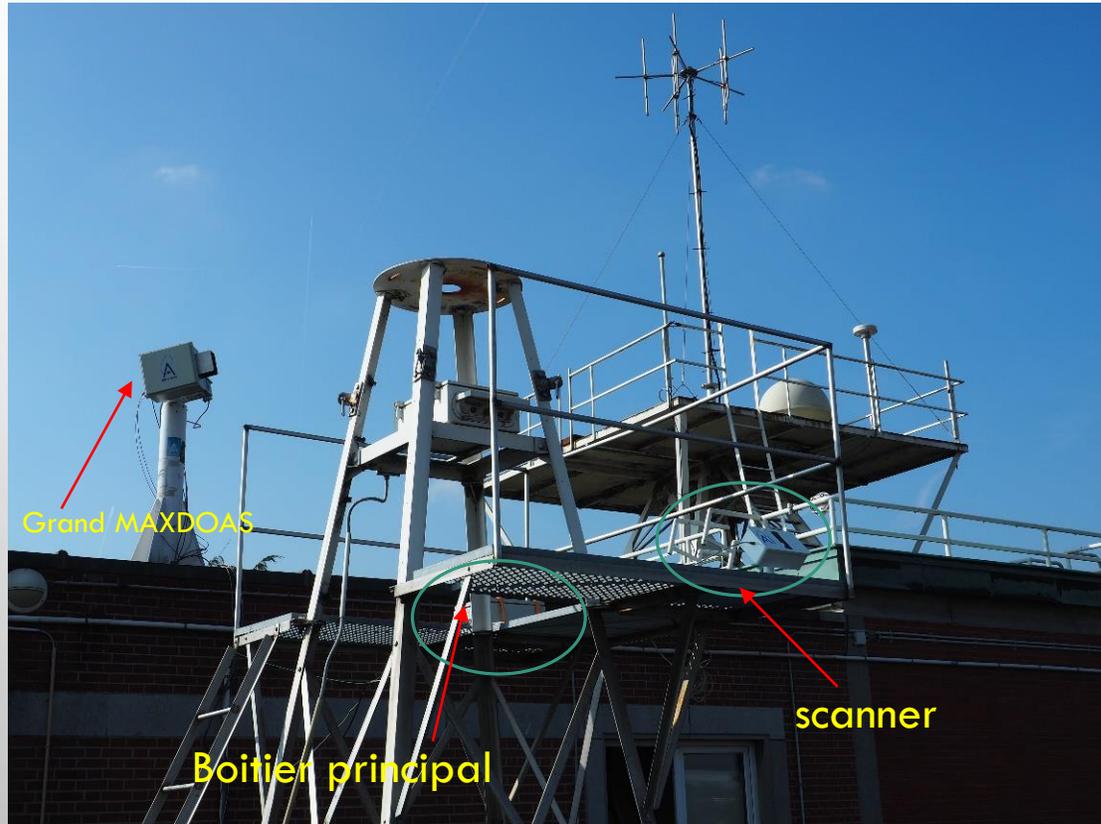
Slant Column Density:  $SCD = \int c(s) ds = SCD_{trop} + SCD_{strat}$

Vertical Column Density:  $VCD = \int c(z) dz = VCD_{trop} + VCD_{strat}$

Air Mass Factor  $AMF(\mathcal{G}, \alpha) = \frac{SCD(\mathcal{G}, \alpha)}{VCD}$

- VCD does not depend on observation geometry and can be compared to other measurements.
- In general: Air mass factor has to be calculated by modelling the radiative transfer in the atmosphere.

# RESULTAT TEST KinAERO (Testé contre MAX\_NDACC)



Installation Test(IRM): Grand MaxDOAS et KinAERO

Comparaison KinAero\_MAXDOAS(IRM) pour 3 jours (16,17 et 18 Fev à UCCLE)

Installation à Kinshasa: Novembre 2019

## Plan d'installation New\_KinAERO(MaxDOAS)



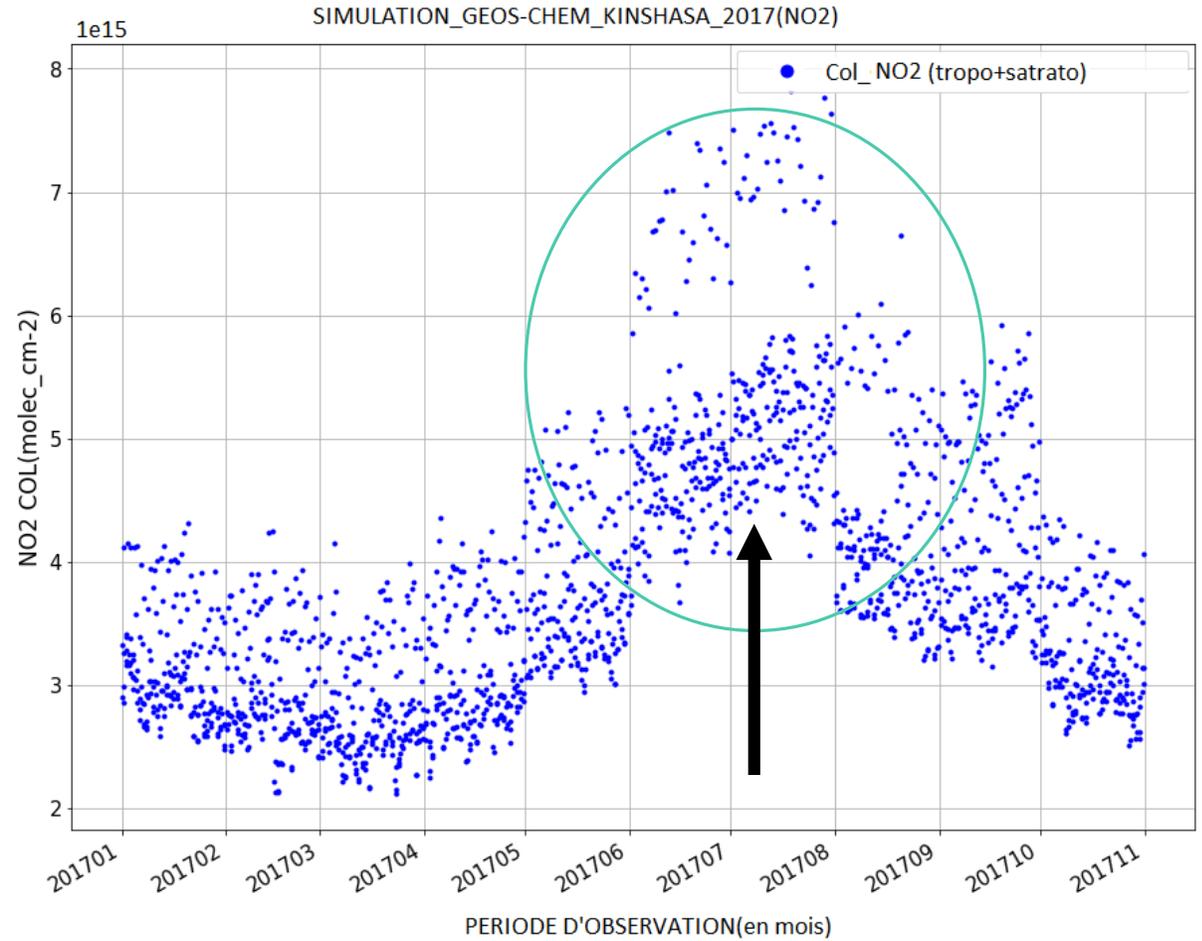
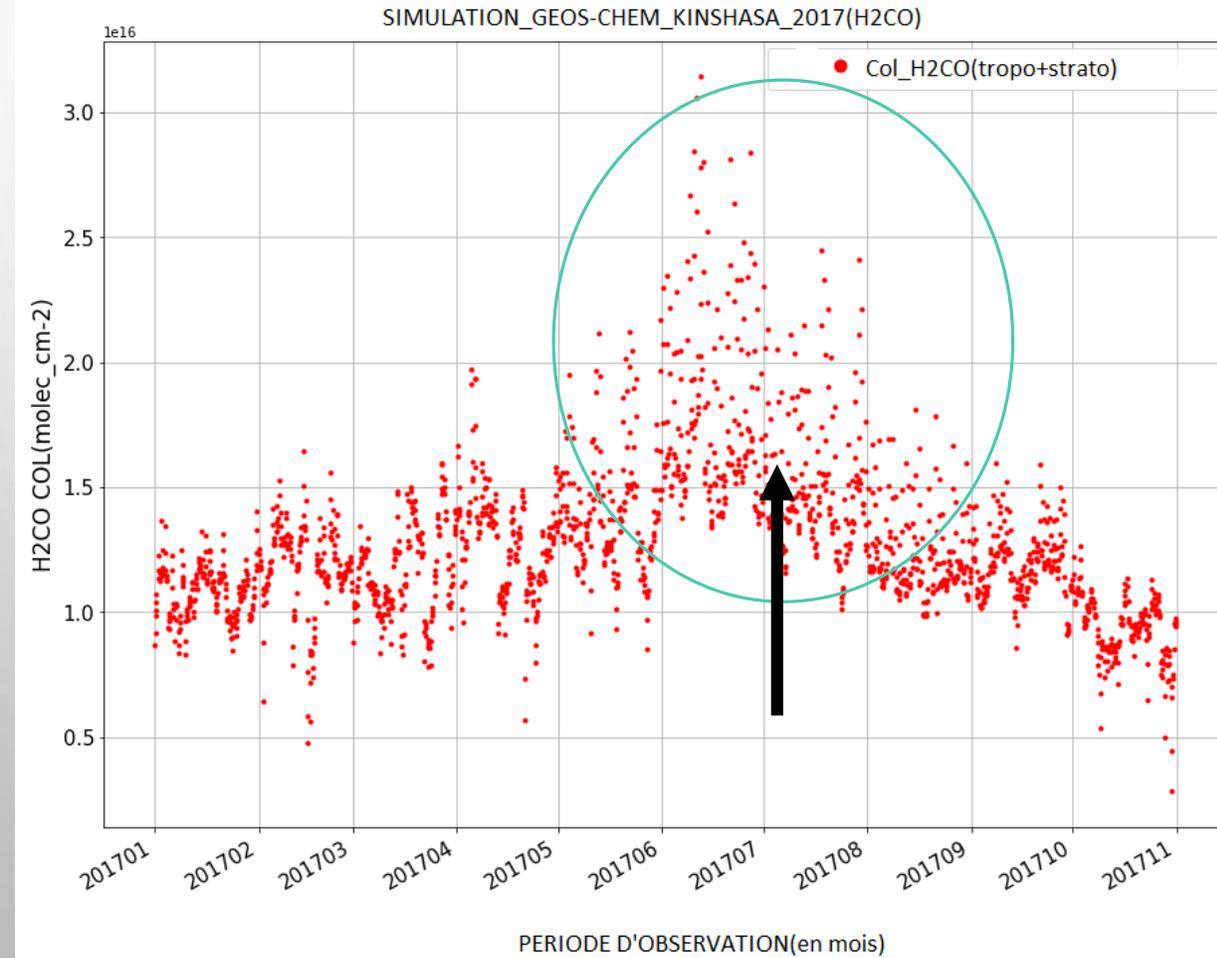
Résolution des problèmes rencontrés:  
-Electricité (installation panneau solaire 500W);  
- Connection internet



Développement d'un module solaire  
Développement système de contrôle,  
transfert DATA en temps réel

# PREMIERS RESULTATS: SIMULATION GEOS-CHEM

Simulation GEOS-CHEM : (Extraction H2CO et NO2 \_2017)



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

# PREMIERS RESULTATS: COMPARAISON Sim-OMI

## Projection premiers résultats

### Filtrage OMI

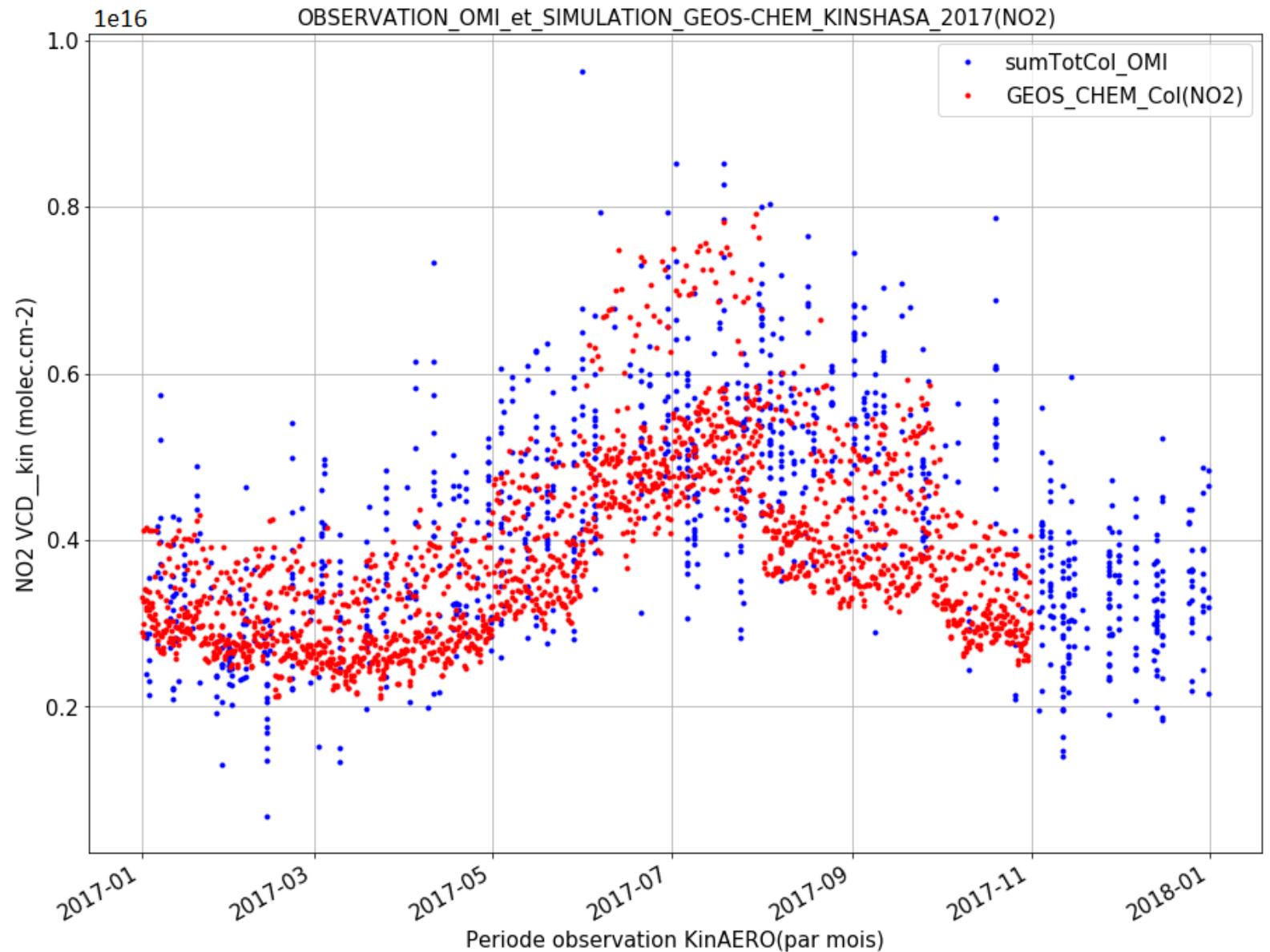
- 1)  $\text{amftrop}/\text{amfgeo} > 0.2$
- 2)  $\text{cloud\_radiance\_fraction} \leq 0.5$

Résolution spatiale OMI :  $24 \times 13$  km<sup>2</sup> (OMI) ( $\pm 13:40$  hrs)

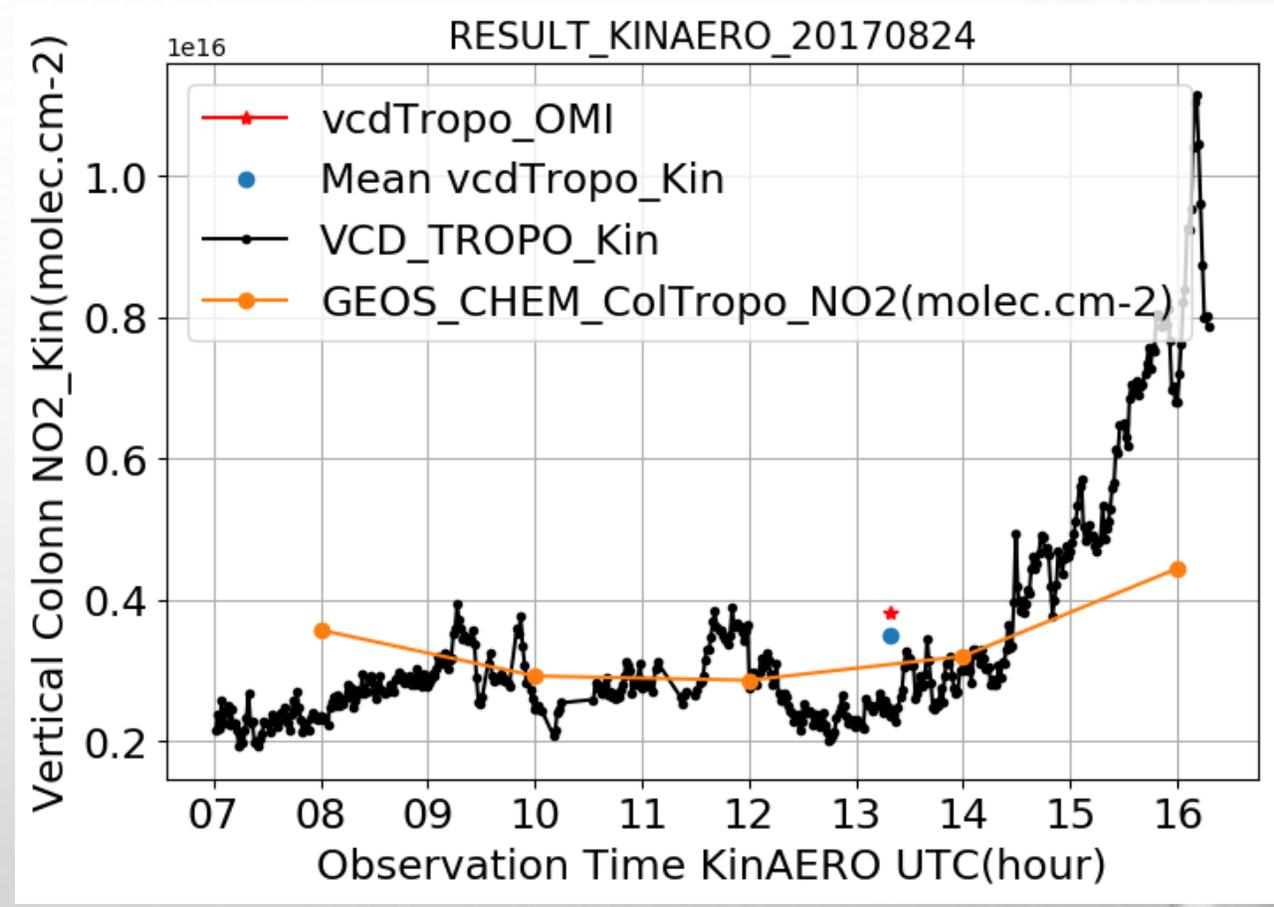
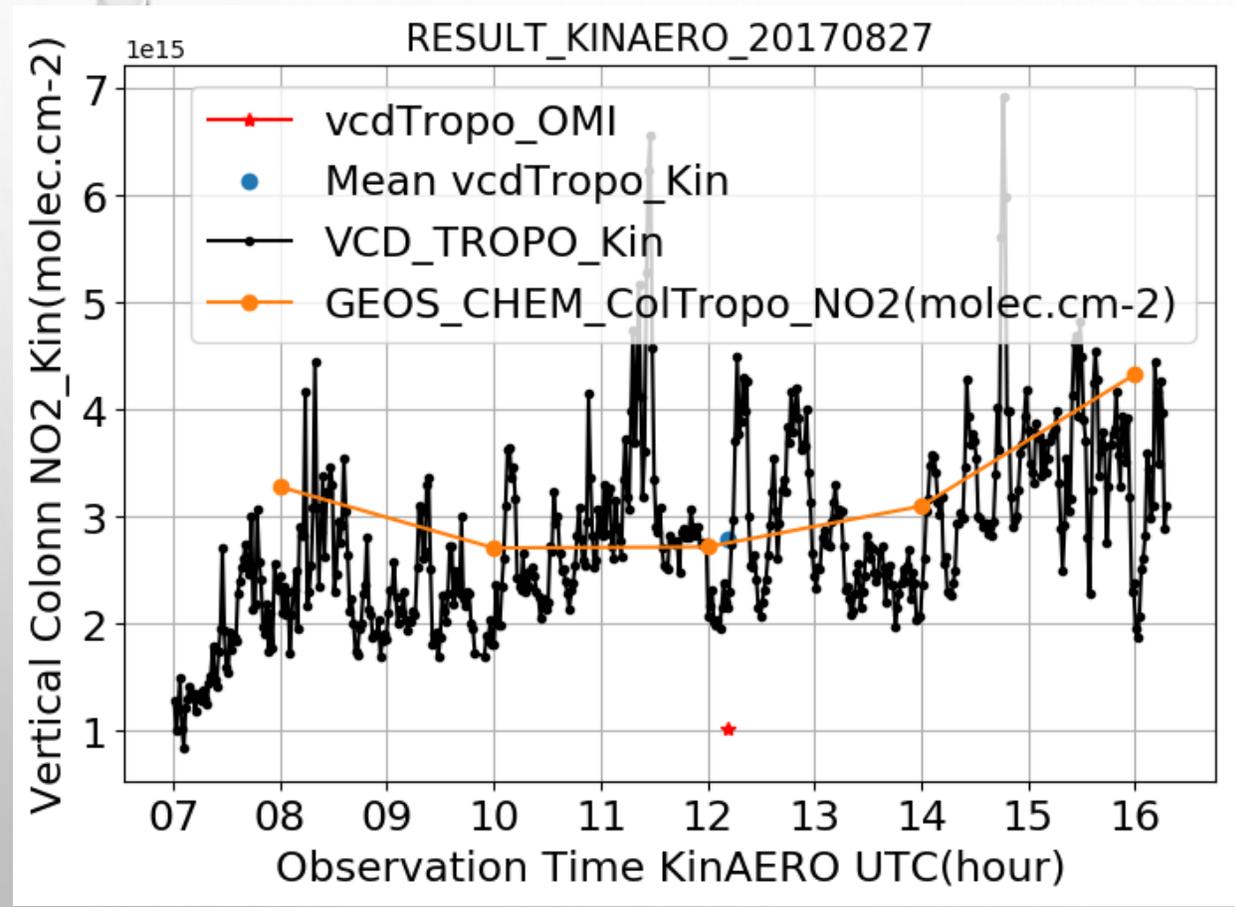
### Geos-chem:

-Résolution spatiale Geo :  $2^\circ \times 2.5^\circ$  (222kmX333km)

PREMIERE IDEE COMPARAISON (BRUTE)



# PREMIERS RESULTATS: COMPARAISON KinAero-GEO-OMI



## CONCLUSION

La première série temporelle de DSCDS(NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>CO, O<sub>3</sub>) pertinente pour la qualité de l'air en Afrique Centrale est déjà disponible depuis l'installation de l'ancien instrument (mai 2017-2019).

La transformation de ces DSCDS en VCDS est déjà en cours.

Les observations satellite (OMI) (2017-2018) sont aussi disponible pour le NO<sub>2</sub> ainsi que les extractions de la simulation GEOS-CHEM pour l'année 2017 (pouvant faciliter l'inter-comparaison avec les mesures KinAERO).

La comparaison des VCD(tropo)\_Kin avec les données GEOS-CHEM fera l'objet d'une deuxième contribution scientifique après la première communication faites sur les annales de la Fac. Des Sciences/Unikin(R. Yombo, et al. 2018)

L'installation du nouveau instrument KinAERO\_Maxdoas apportera une contribution majeure dans la deuxième phase de notre projet.

Les mesures KinAERO sont parmi les premières en Afrique centrale. En raison du site d'observation, ces mesures s'avèrent être importantes et nécessaires pour la validation satellite(ex:Tropomi) et pour le raffinement des modèles.

SENSIBILISATION DÉJÀ COMMENCEE (Télé, Conférence, Ministère Env)



FIN