

PROGRAMME DE RECHERCHE ATMOSPHERIQUE A KINSHASA
Focus Projet KinAERO (2016-2018)
Actuel Projet(2019-2022)

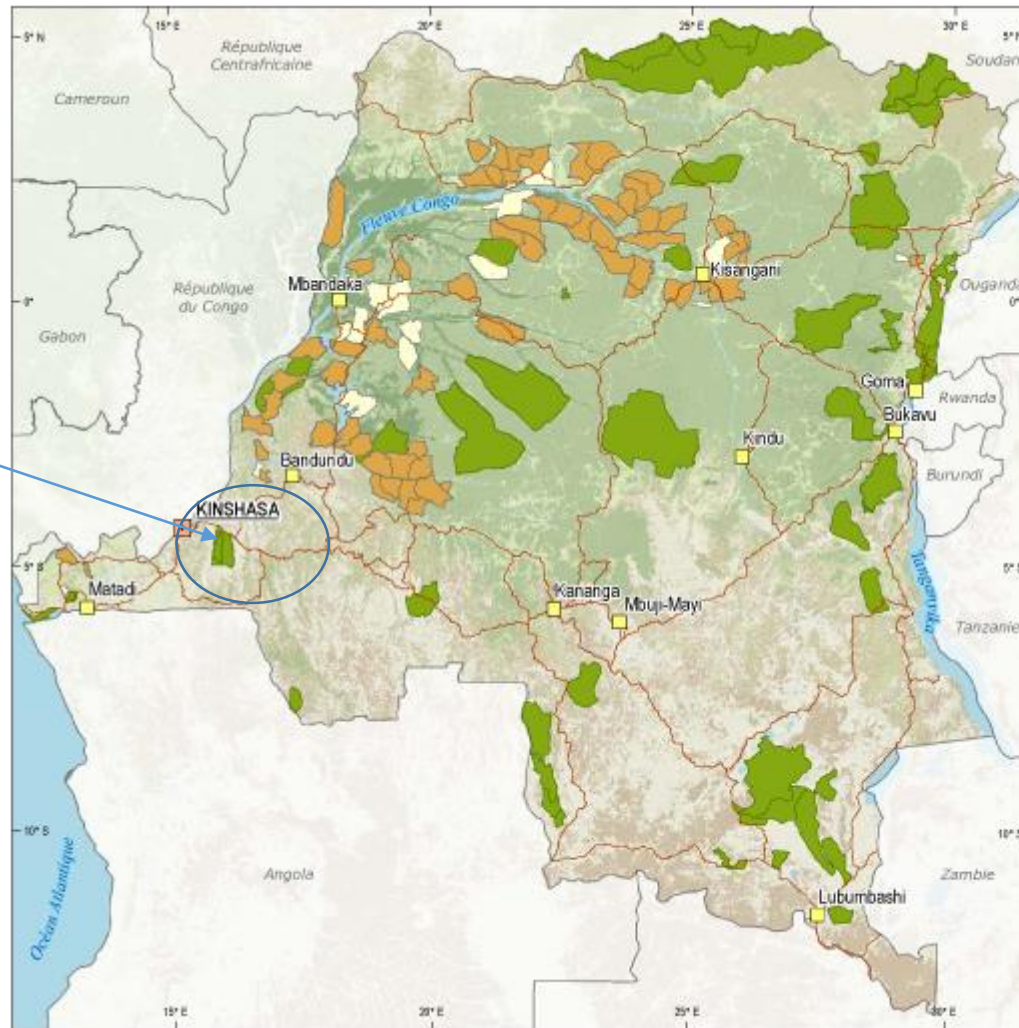
Rodriguez YOMBO PHAKA

Belgique-2019

Présentation du site (Kinshasa/RDC)



Fac. Des Sciences(Dpt. de Physique)



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

Projection : Mercator RDC
 Échelle 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 : IGC, carte géoréférencée de l'UCL, carte de base de IGC et imagerie satellitaire
- Frontières : DC/WINGA
- Routes : IGC, carte de base de IGC, carte géoréférencée de l'UCL et imagerie satellitaire

RDC(deuxième pays le plus grand d'Afrique et le plus grand pays d'Afrique subsaharienne: **2 345 409 km²**). Sa capitale Kinshasa(Ville de 10 millions d'habitants).

Assistant 1^{er} mandat depuis 2015 au Département de Physique 2

PLAN DE L'EXPOSE

I. FOCUS SUR LE PROJET KINAERO (2016-2018)

1. Contexte et Motivation
2. Objectifs fixés
3. Résultats obtenus
4. Difficultés rencontrées

II. PROJET ACTUEL(2018-2022)

1. Projet thèse (collaboration IASB-Unikin-Ulège): contexte et objectifs
2. Première phase (RDC-BELGIQUE) : Jan2019-Avril2019 (Mission 1)
 - Activités réalisées (instrumentation NewKinAERO, QDOAS, Geos-chem, programmation)
 - Résultats obtenus (Dscds_Test NewKinAero, VCDtropo)_kin(en cours), Extration Geos-schem, extraction_OMI)
 - Plan d'exploitation des résultats (communication scientifique)

III. PERSPECTIVES FUTURES

1. Deuxième phase (Unikin: Mai2019-Dec2019) : installation nouvel instrument MaxDOAS et rédaction
2. troisième phase (Belgique: 2020) : Exploitation données MAXDOAS et comparaison avec des données satellites

IV. CONCLUSIONS

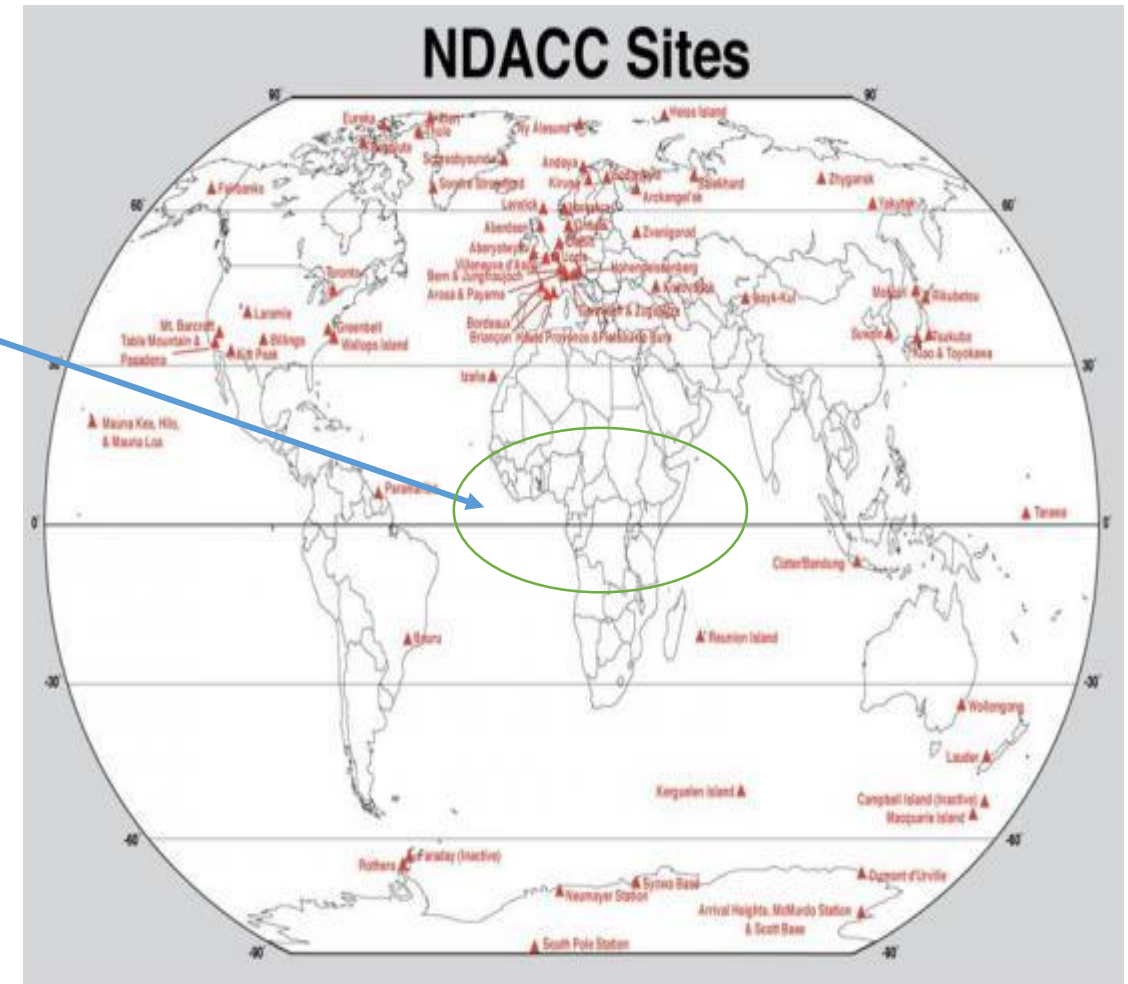
L'Afrique est une région particulièrement intéressante pour la recherche atmosphérique pour plusieurs raisons.

le continent africain est largement sous échantillonné par rapport aux autres régions émergées du globe

Les émissions biogéniques (comme celle du formaldéhyde, H₂CO) liées en particulier aux cycles annuels de la forêt tropicale sont parmi les plus élevées du globe (De Smedt et al., 2015)

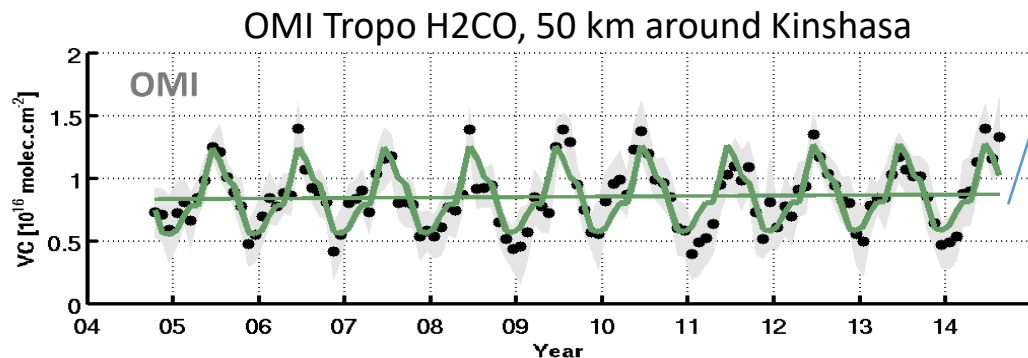
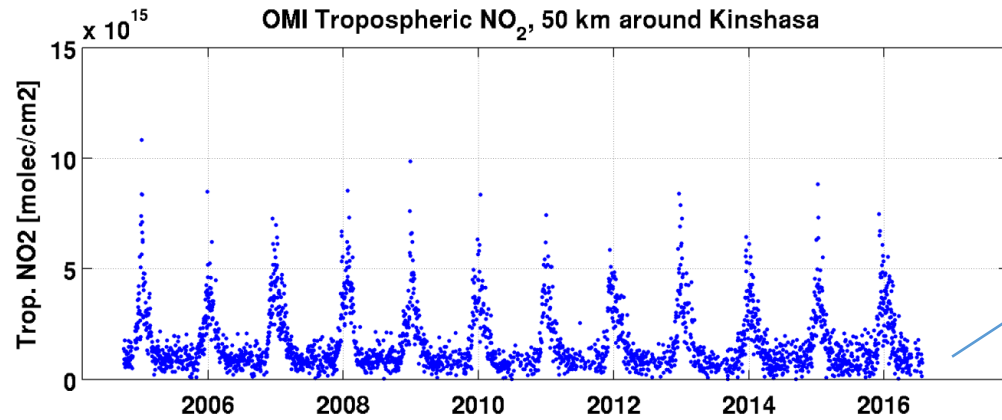
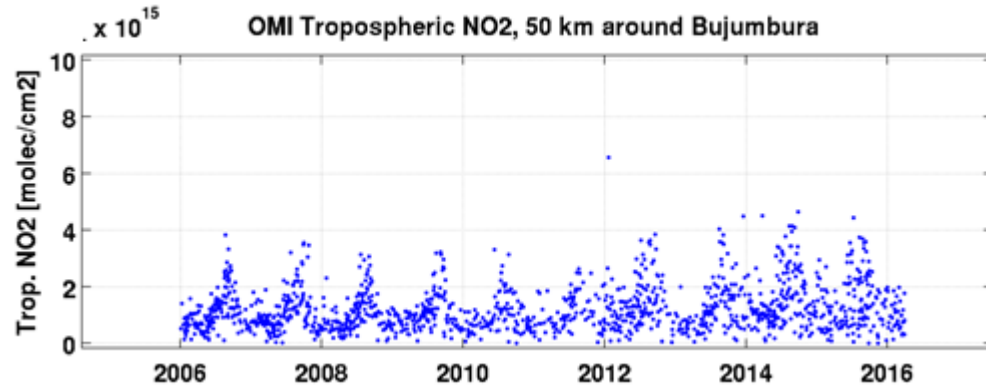
On s'attend à ce que la qualité de l'air dans les zones urbaines, définie en particulier par les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) et d'aérosols, se détériore rapidement au cours des 15 prochaines années (Lioussé et al., 2014).

IASB: Une collaboration avec l'université de Bujumbura au Burundi :Installation station de mesures permanentes (instruments MAX-DOAS, CIMEL et station météo)



Répartition des sites NDACC dans le monde (<http://slidplayer.fr/slide/11926156/>)

I. FOCUS SUR LE PROJET KINAERO (2016-2018)



Bujumbura(600 000 habitants). Kinshasa(10 millions d'habitants, plus proche du maximum d'émissions. Il serait donc largement bénéfique d'observer aussi à Kinshasa pour compléter les mesures Bujumbura.

De son côté, l'Université de Kinshasa cherche à développer son expertise dans le domaine des sciences atmosphériques, en particulier dans ses aspect expérimental et métrologique, qui sont proches de son expertise établie et des intérêts stratégiques de l'université.

- Installer une station de mesure à Kin
- Initier un étudiant (Master) dans la recherche atmosphérique

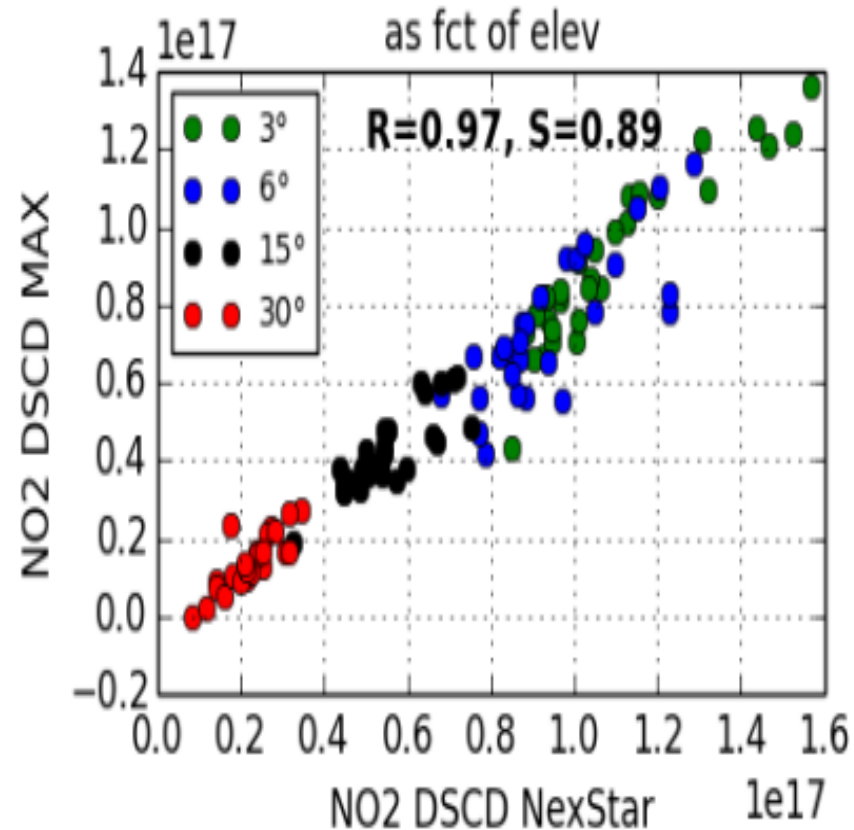


Illustration des mesures tests faites avec l'instrument NexStar préparé pour être installé à Kinshasa en parallèle à l'instrument MAXDOAS de l'IASB installé sur le toit de l'IRM à Uccle.

L'instrument est basé sur un spectromètre AVANTES (290-450nm), relié par une fibre optique à un support motorisé commercial Nextstar. Un GPS est également intégré à l'instrument, permettant des mesures à bord d'une voiture.

Activités réalisées et résultats

I. FOCUS SUR LE PROJET KINAERO (2016-2018)



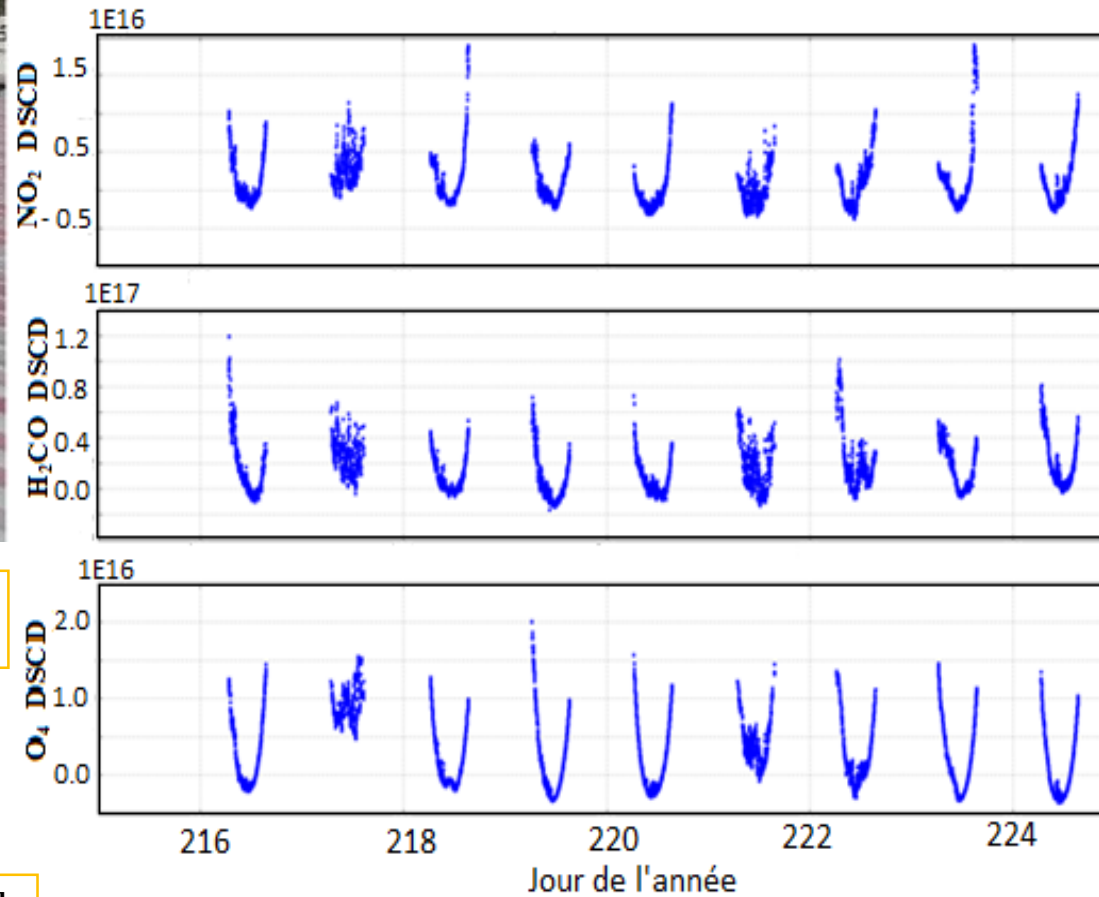
(a)

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



(b)

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



Colonnes obliques de NO_2 , H_2CO et O_4 mesurées à Kinshasa au mois d'août 2017 pendant 9 jours

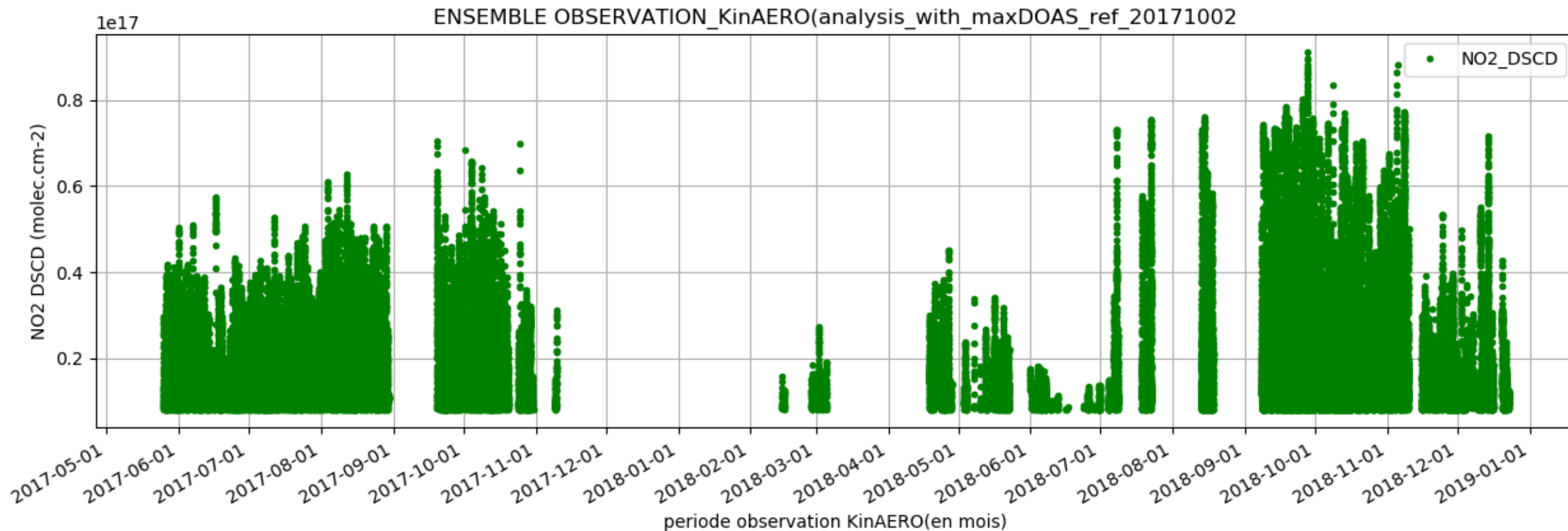


(c)

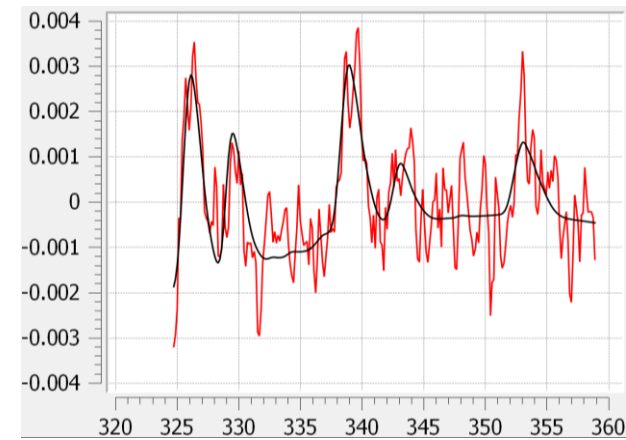
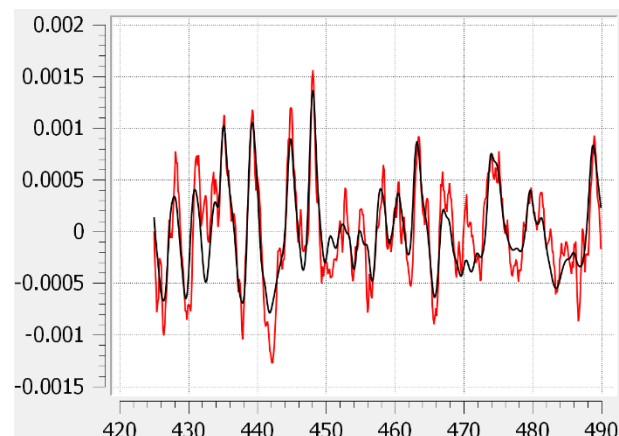
Mesures actuelles (35°) depuis le 7 juillet 2018

Observation KinAERO depuis 2017

I. FOCUS SUR LE PROJET KINAERO (2016-2018)



Paramètre	Settings
Fenêtre d'analyse	425-490nm
calibration	sao2010_solref_air.dat
SECTIONS EFFICACES UTILISEES	
NO2	no2_298K_vanDaele.xls
O3	o3_293K_SDY_air.xls
H2O	H2O_HITEMP_2010_390-700_296K_1013mbar_air.xls (CINDI2016)
O4	o4_Thalman_Volkamer_293K_air_corrected.xls
Correction effet ring	Ring_QDOAScalc_HighResSAO2010_Norm.xls
Terme polynomial	Polynôme d'ordre 2
Correction d'intensité offset	Offset(constant), offset(ordre1) « NL »



I. FOCUS SUR LE PROJET KINAERO (2016-2018)

RESUME D'ACTIVITES KinAERO ET EVALUATION RENDEMENT (Résultats obtenus)

1. Deux visites à l'Unikin des chercheurs IASB (deux séminaires sur la chimie et la physique de l'atmosphère);
2. Un séjour de deux semaines à l'Unikin d'Alexis Merlaud (cours de Télédétection Optique et Physique, Chimie de l'atmosphère dispensée aux étudiants de DEA 2018-2019);
3. Stage expérimental de R. Y en Belgique (initiation à la recherche atmosphérique UV-Vis: DOAS)
4. Implémentation de l'instrument KinAERO à IASB;
5. Installation de l'instrument KinAERO à Kinshasa et obtention d'une première base des données (DCSD) en NO₂ et H₂CO en mode zénith depuis mai 2017 jusqu'aujourd'hui;
6. Obtention de DEA de R. Y (mémoire dirigé par Gaia Pinardi, Alexis Merlaud et J.P Mbungu)
7. Publication d'un poster à l'EGU 2018
8. Publication d'un article aux annales de la Faculté des Sciences/Unikin
9. Obtention du nouveau financement (Doctorat_ULiège)

DIFFICULTES RENCONTREES

1. Difficultés pour faire des mesures en mode MAXDOAS
2. Coupure d'électricité fréquentes et parfois de longue durée
3. Difficulté de transfert données et de communication (connexion internet faible)
4. Problème expérimental (la fibre de 10 mètre cassée)
5. Insécurité

PARTIE II



LIÈGE
université



**UNIVERSITE
DE KINSHASA**

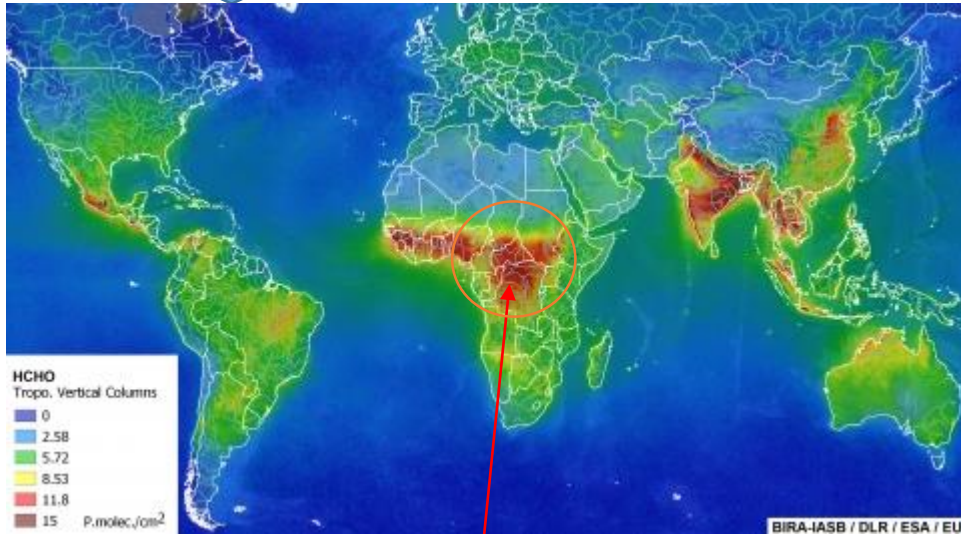


PROJET ACTUEL(2018-2022)

Encadreurs : E. Mahieu(promoteur ULG), JP Mbungu (Promoteur Unikin)
G . Pinardi(chercheur IASB) et A. Merlaud (chercheur IASB)

1. Projet thèse (collaboration IASB-Unikin-Uliège): Contexte et objectifs

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



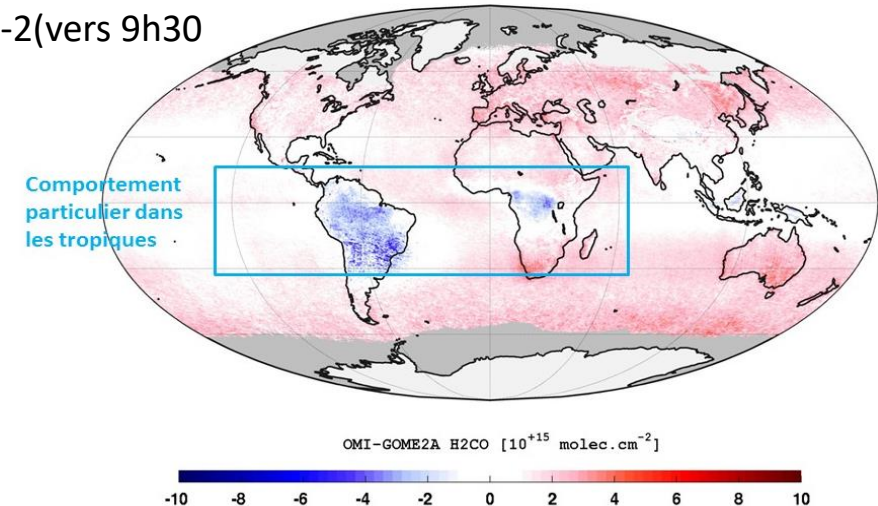
La participation de la station de Kinshasa pour le H₂CO est d'une grande importance en raison de sa localisation, au voisinage de sources de VOC (Composés Organiques Volatils)

un premier ensemble de données (l'O₃, le NO₂ et le CO) est accessible publiquement depuis juillet 2018. Pour le H₂CO aussi depuis octobre 2018 (www.tropomi.eu/data-products/level-2-products)

II. PROJET ACTUEL(2018-2022)

Contribuer à la connaissance du comportement diurne et saisonnier du H₂CO dans les zones de forêt tropicales (le bassin du Congo)

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



Variation diurne et saisonnière du H₂CO de 2007 à 2013
De Smedt et al. (2015)

Les mesures Bujumbura confirment que son atmosphère est influencée par les émissions biogéniques de H₂CO mais elle est relativement éloignée du maximum d'émission, situé plus à l'Ouest au Congo(Gielen et al., 2017).

2.Cette thèse fera l'objet d'un exercice de validation de ce comportement particulier dans les zones tropicales, en utilisant **le modèle 3D CTM GEOS-Chem** opérationnel au sein du laboratoire GIRPAS à l'ULiège.

3. Fournir en temps réel un bulletin mensuel sur la qualité de l'air à Kinshasa

Via l'application GSM

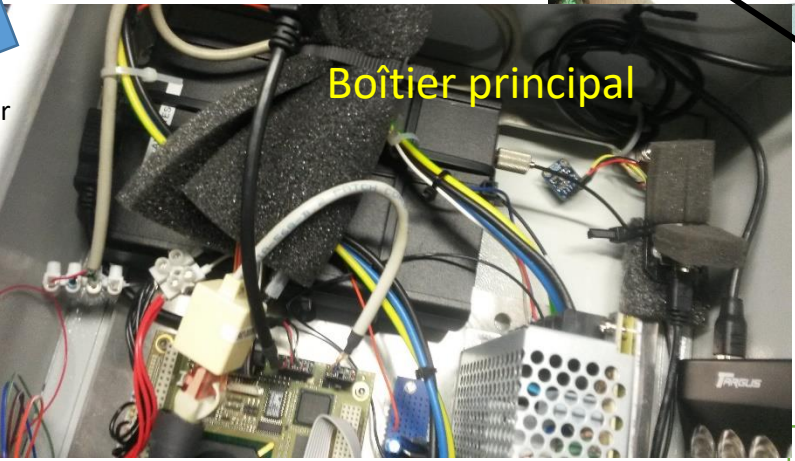
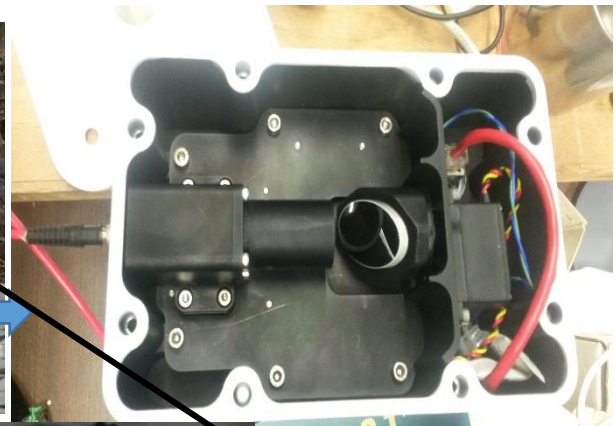
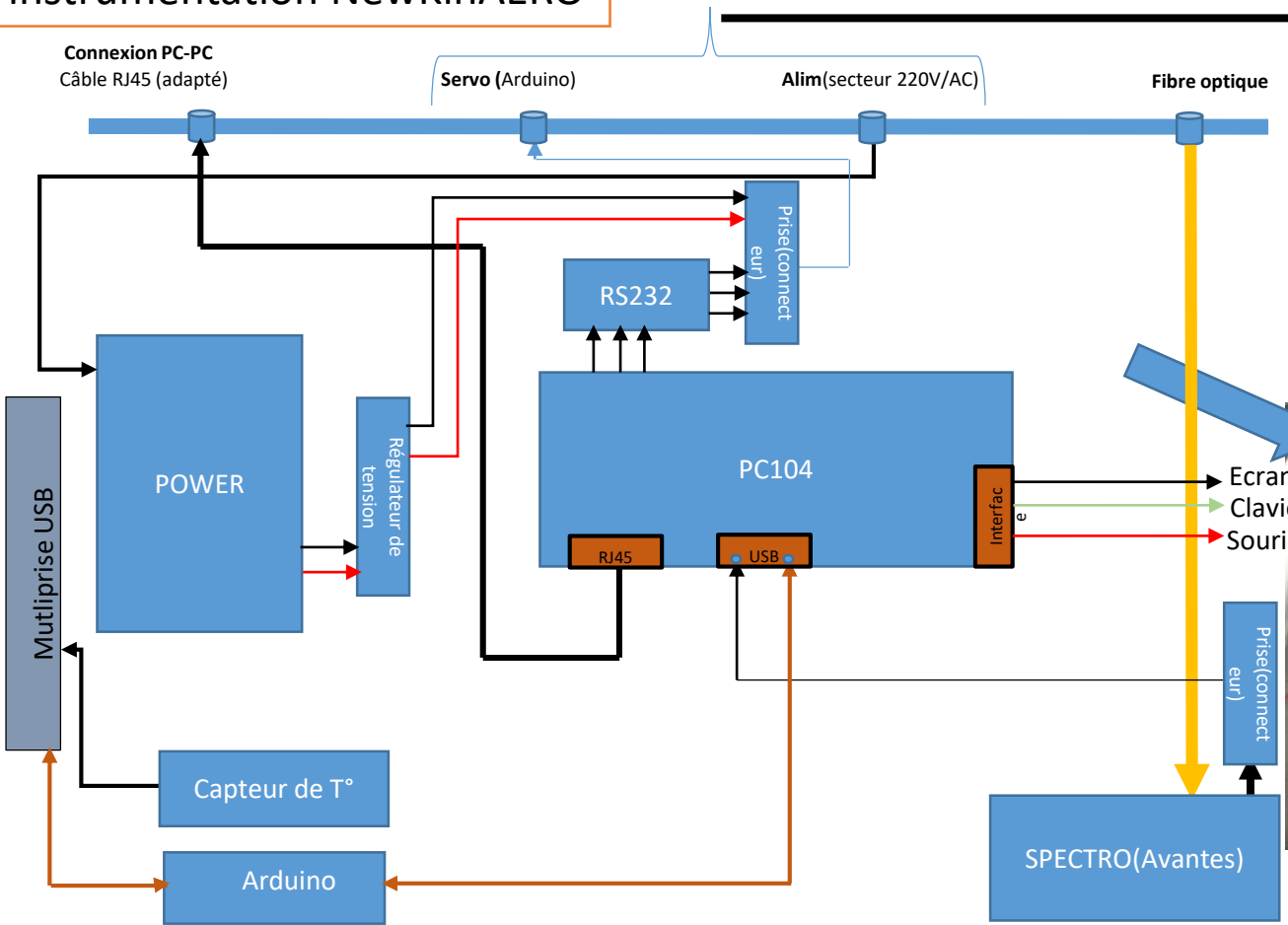
Site internet(KinAERO)

Sensibilisation publique ou télé

2. Première phase (RDC-BELGIQUE) : Jan2019-Avril2019 (Mission 1)
 Activités réalisées

II. PROJET ACTUEL(2018-2022)

instrumentation NewKinAERO



Quartz window

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.

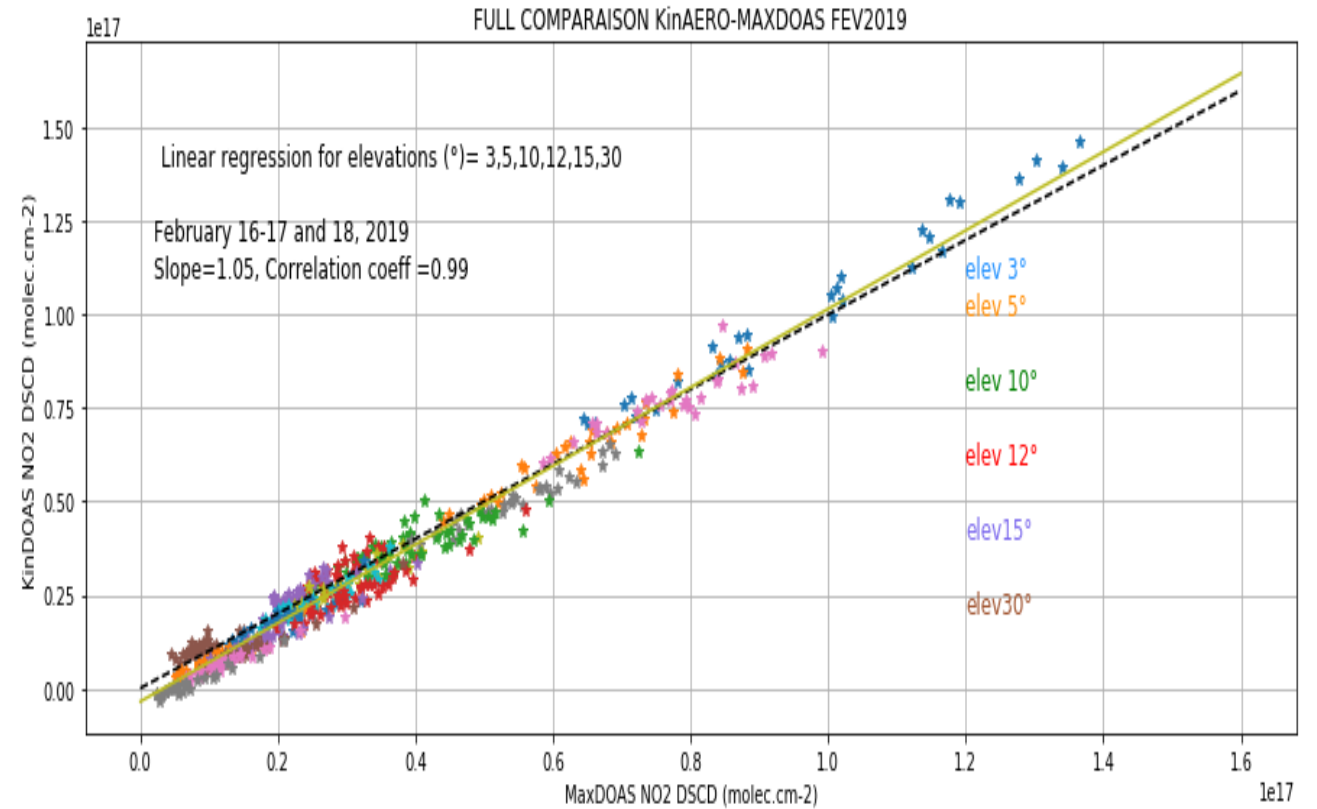
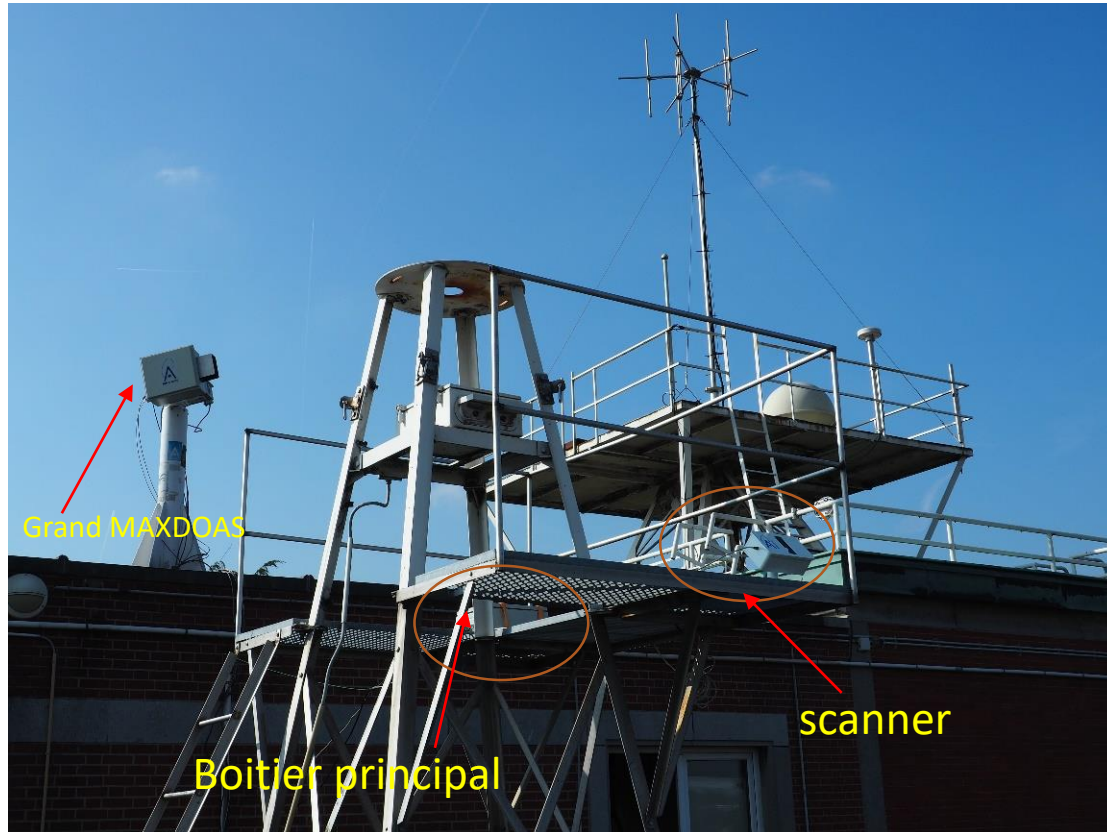


Installation Test

2. Première phase (RDC-BELGIQUE) : Jan2019-Avril2019 (Mission 1) Activités réalisées

II. PROJET ACTUEL(2018-2022)

instrumentation NewKinAERO (test_result)



Installation Test(IRM): Grand MaxDOAS et KinAERO

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

2. Première phase (RDC-BELGIQUE) : Jan2019-Avril2019 (Mission 1) Activités réalisées

Simulation GEOS-CHEM : (Goddard Earth Observing System)

GEOS-Chem est un modèle 3D-CTM chimique qui calcule les variations locales des concentrations dans l'atmosphère dues aux émissions, à la chimie et aux dépôts. Le calcul est effectué dans des colonnes verticales individuelles pour des emplacements horizontaux, des grilles verticales et des pas de temps spécifiés par l'utilisateur.

Champs météorologiques ([merra2 2x25 standard](#))

Résolution de grille : [2, 2.5]

Transport et déposition

Radiation(module optionnel RRTMG décrite dans Heald et al. [2014].)

Les émissions depuis le sol, ou en altitude (HEMCO décrit par Keller et al. [2014])

Les inventaires d'émissions sont en constante amélioration

Chimie(tropo, strato, aérosols, CO2, Hg, POP(Friedman et al. [2014]))

II. PROJET ACTUEL(2018-2022)

Config. Input_SIMULATION: KinAERO

```
# Latitude of the station [degrees_north]
station_lat: -4.3275800

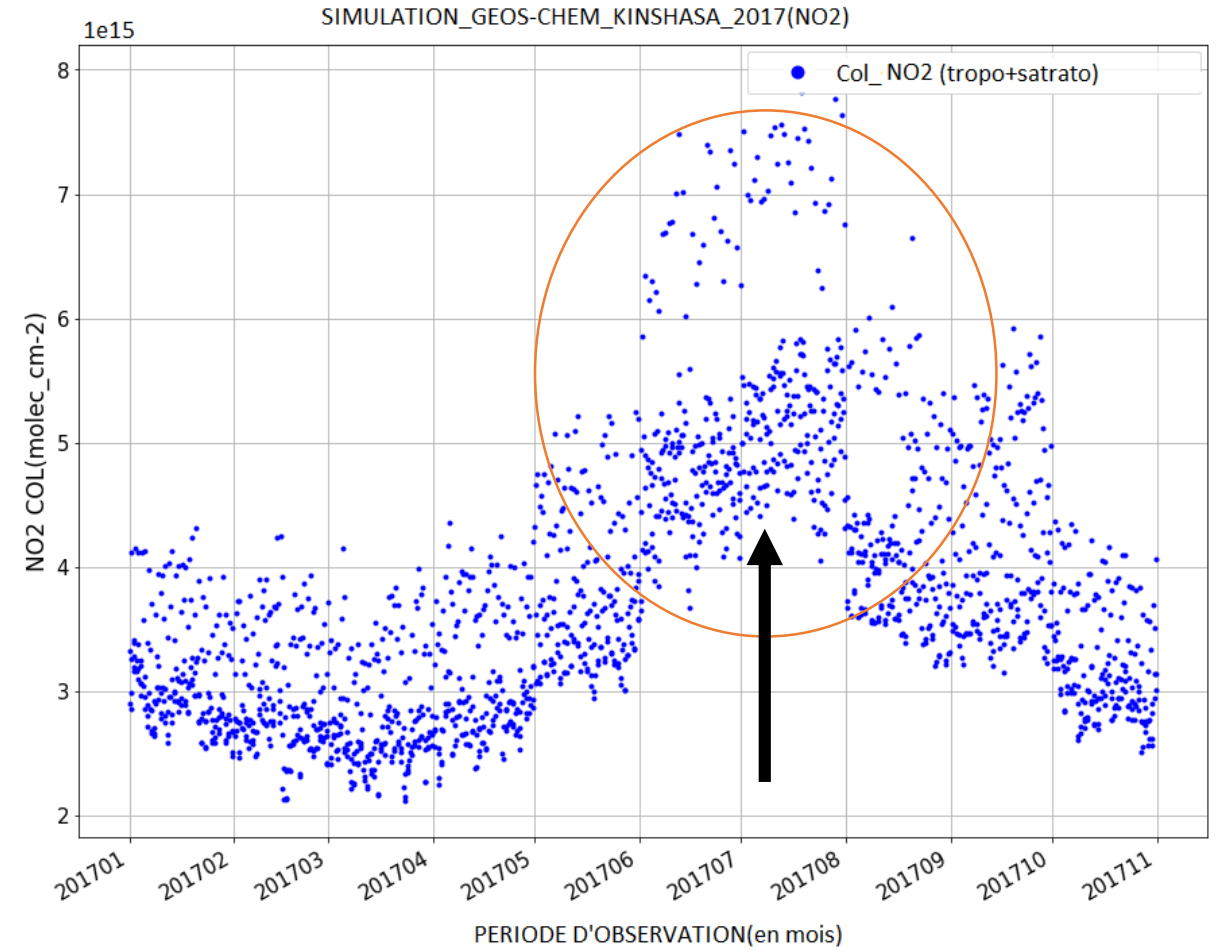
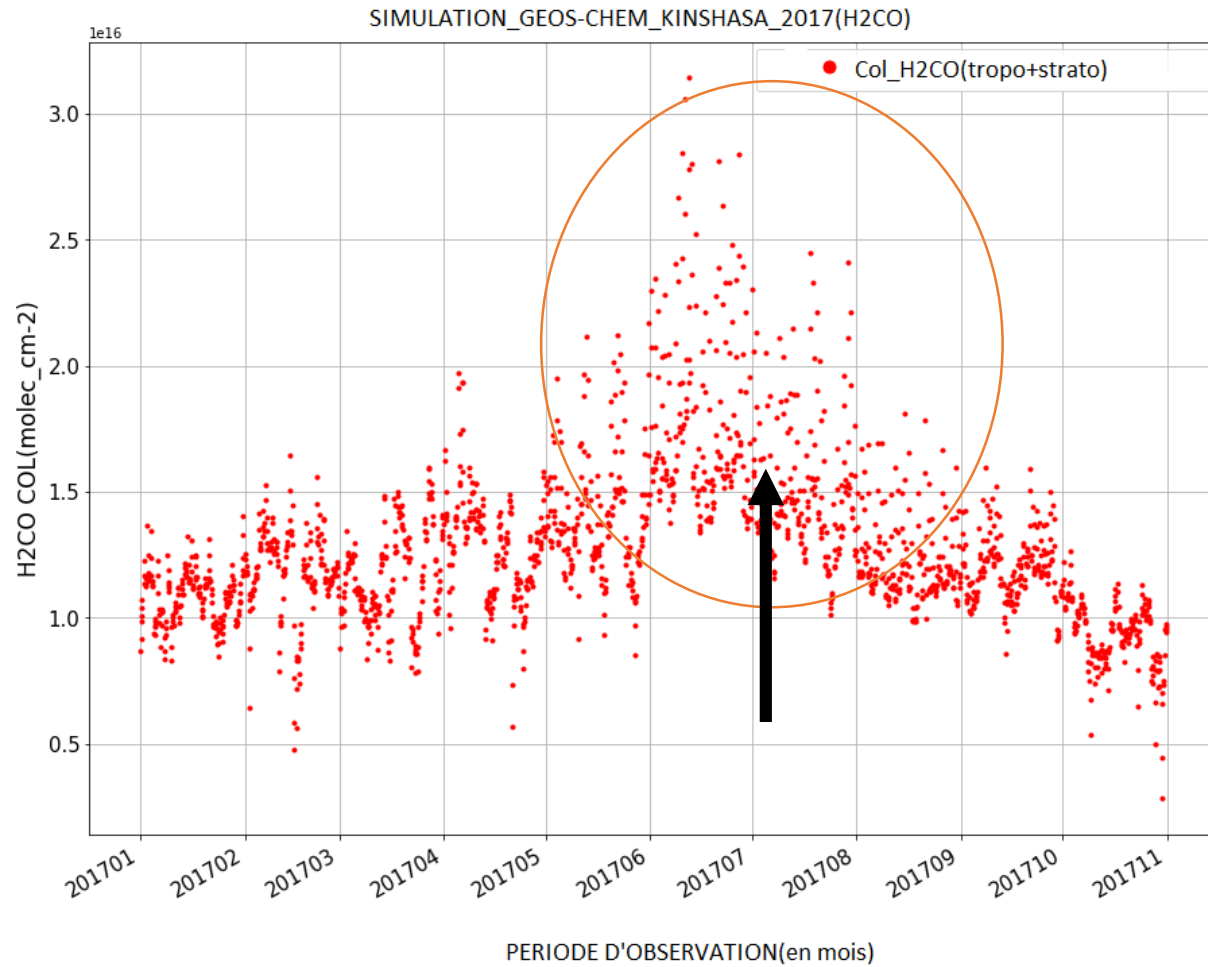
# Longitude of the station [degress_east]
station_lon: 15.3135700

# Elevation a.s.l at the station [meters],
station_altitude: 300.
#station_vertical_grid_file:
NDACC_vertical_Yekaterinburg_47L_2x2.5.nc
#global_topography_datafile: dem_GEOS57_2x2.5_awm.nc
global_topography_datafile:

#Global simulation available
iminmax: [1, 144]
jminmax: [1, 91]
lminmax: [1, 72]
```

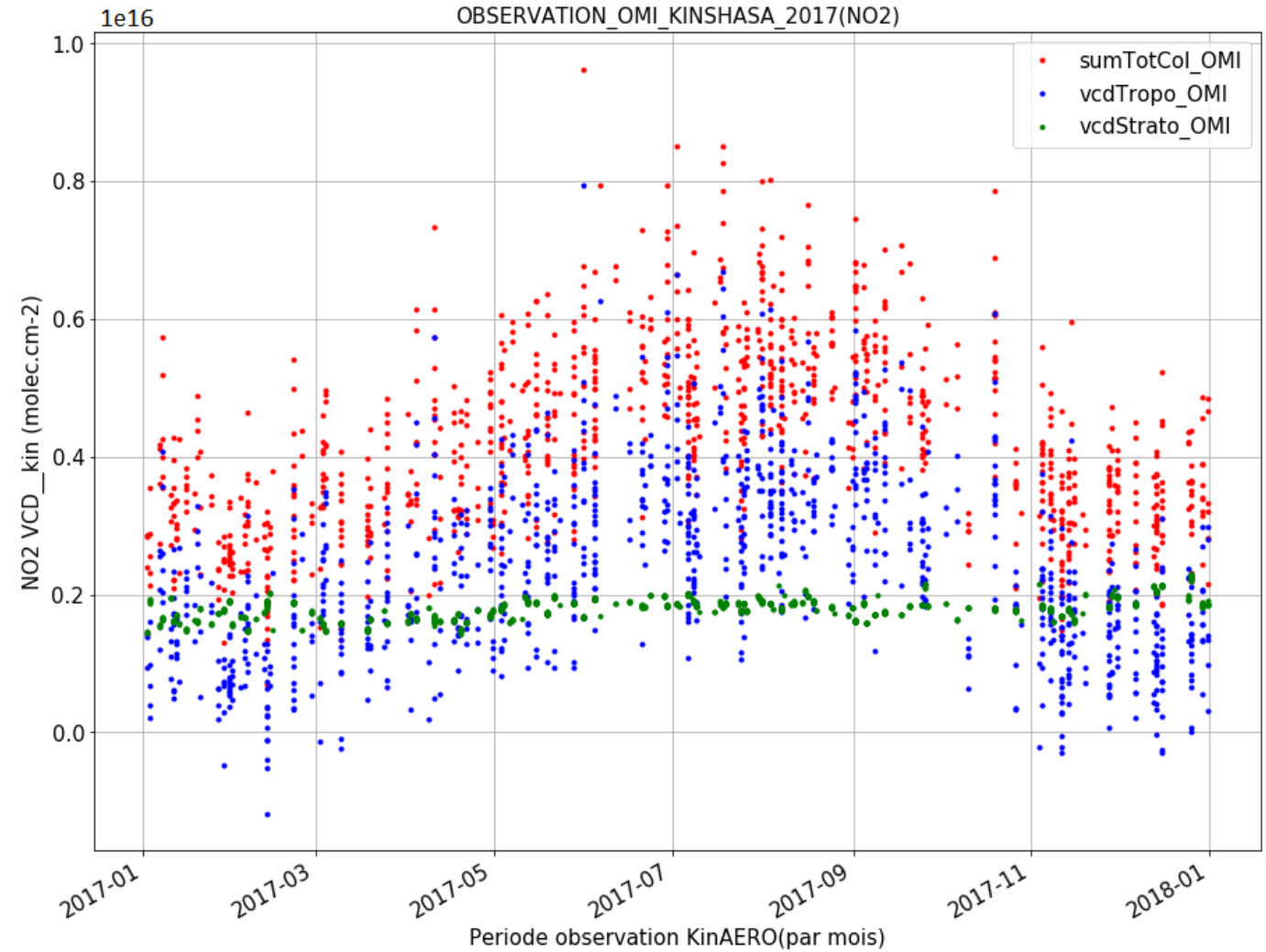
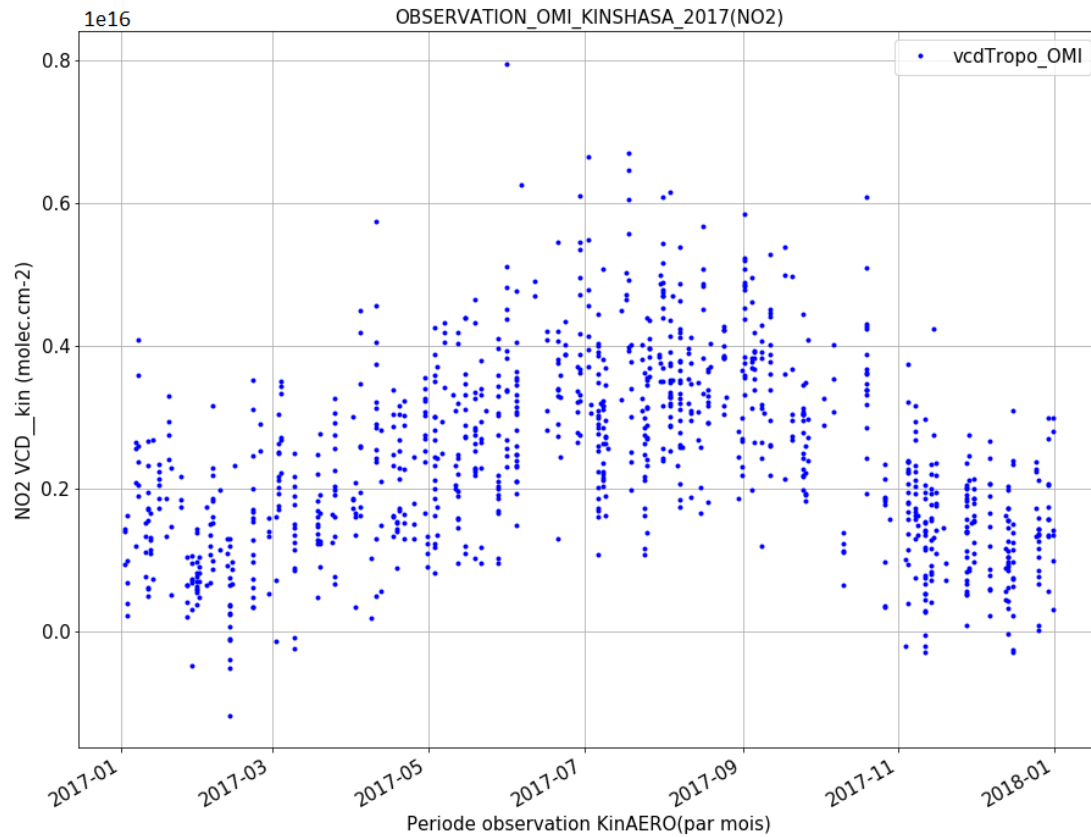
2. Première phase (RDC-BELGIQUE) : Jan2019-Avril2019 (Mission 1) Activités réalisées

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



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

Mesure OMI: (NO2 2017)



VISUALISATION DONNEES OMI_NO2(2017)

2. Première phase (RDC-BELGIQUE) : Jan2019-Avril2019 (Mission 1) Activités réalisées

Projection premiers résultats

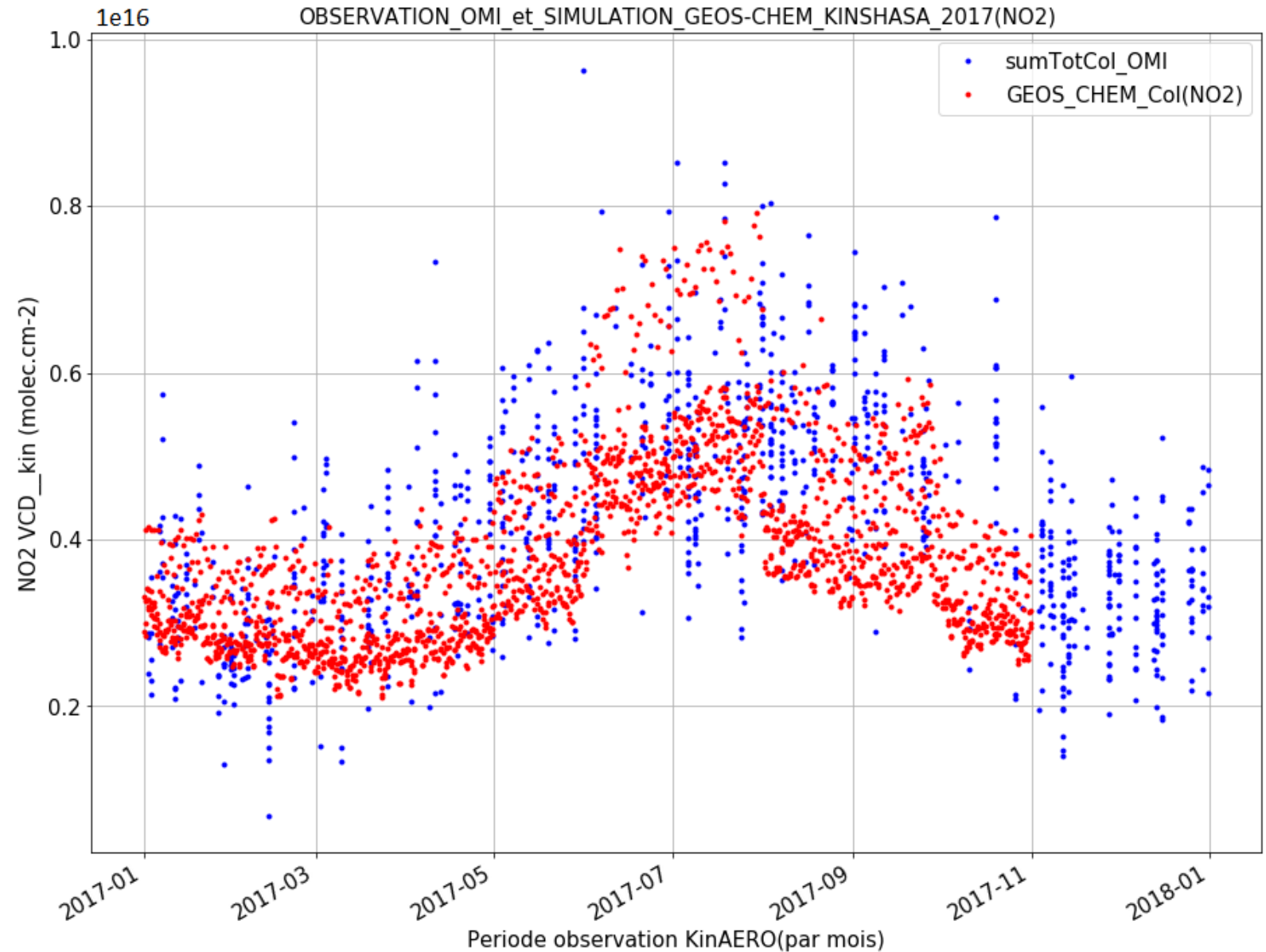
Filtrage OMI

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

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

Geos-chem:

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



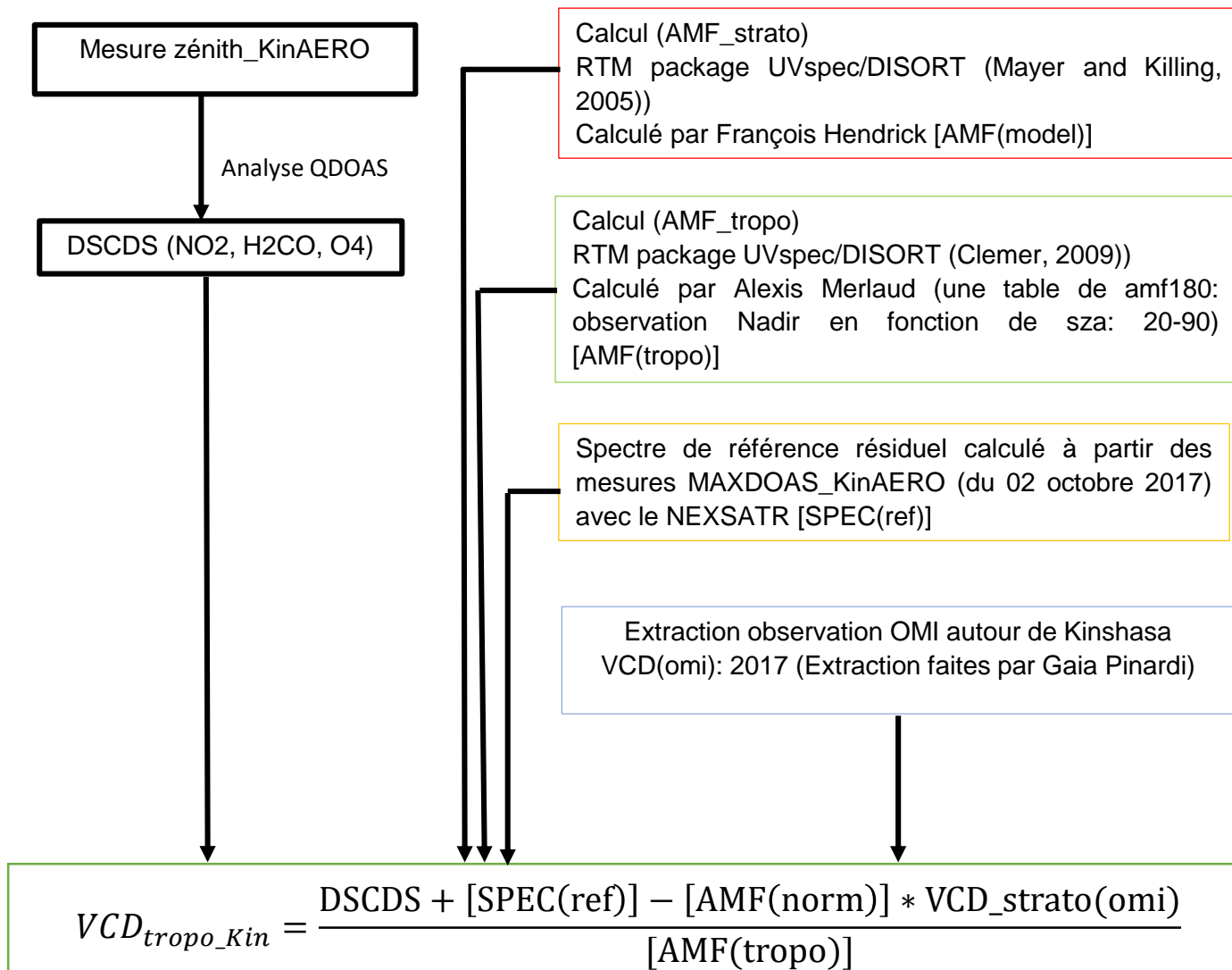
PREMIERE IDEE COMPARAISON (BRUTE)

2. Première phase (RDC-BELGIQUE) : Jan2019-Avril2019 (Mission 1)
 Activités réalisées

II. PROJET ACTUEL(2018-2022)

Algorithme de transformation SCD(zénith)_VCD(tropo):Discussion en cours

Normalisation AMF_model(Réf.....)



Algorithme proposé pour la récupération de VCD_tropo(Kin)

$$SCD(t) = VCD(t) * AMF(t)$$

$$AMF(t) = \frac{SCD_{model}(t)}{VCD_{model}(t)}$$

$$VCD(t) = VCD_{model}(t) * \frac{VCD_{SAT}(t = OMI)}{VCD_{model}(t = OMI)}$$

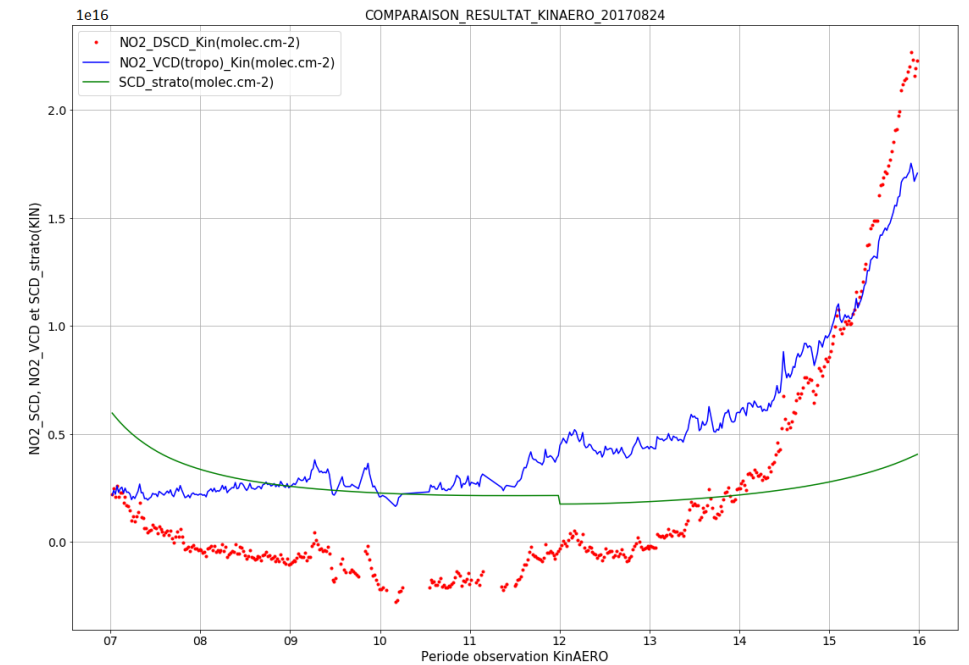
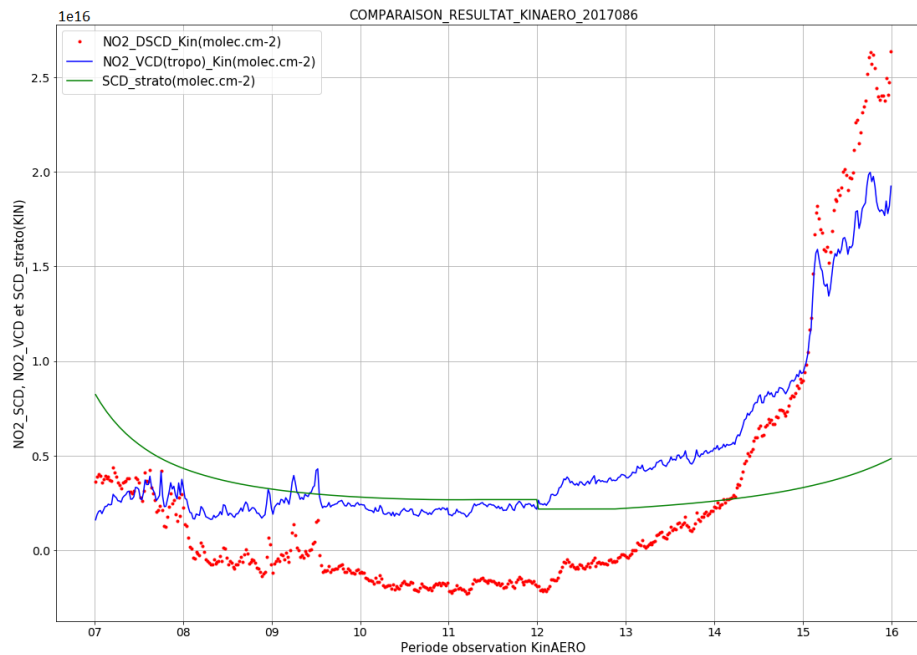
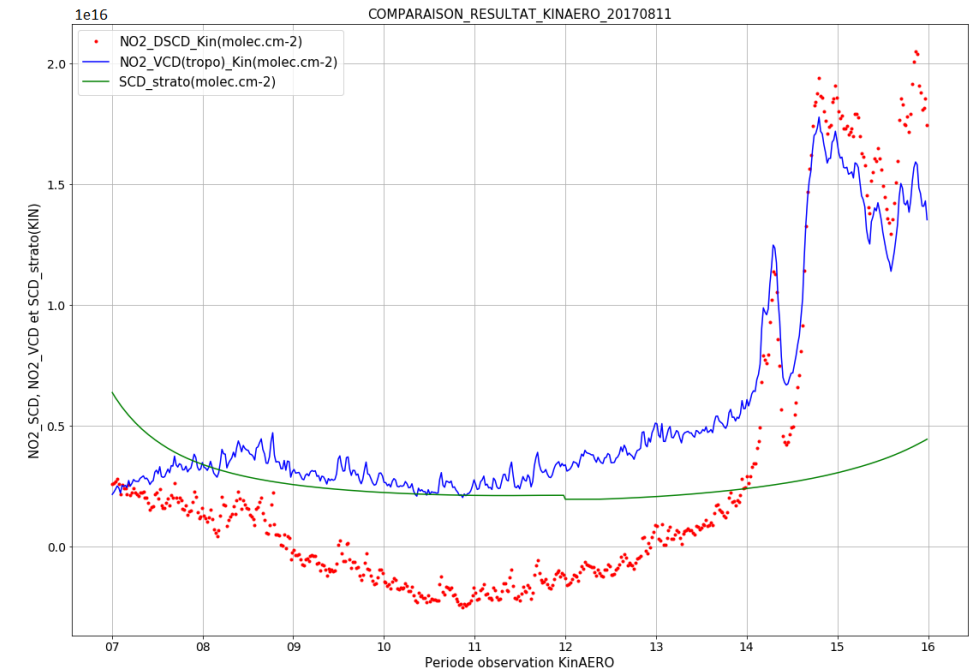
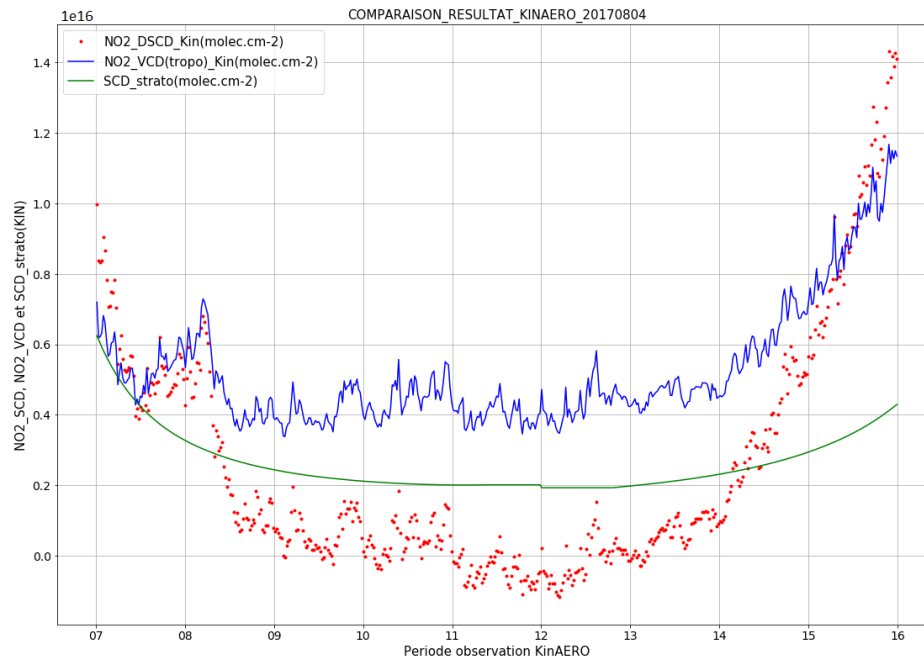
$$SCD(t) = VCD_{SAT}(t = OMI) * \frac{SCD_{model}(t)}{VCD_{model}(t = OMI)}$$

$$SCD_{(trato)}^{(t)} = VCD_{(OMI)}^{(sza)} * AMF_{(norm)}^{(t)}$$

$$AMF(norm) = \frac{SCD_{model}^{t_kin}}{VCD_{model}^{t=t(omi)}}$$

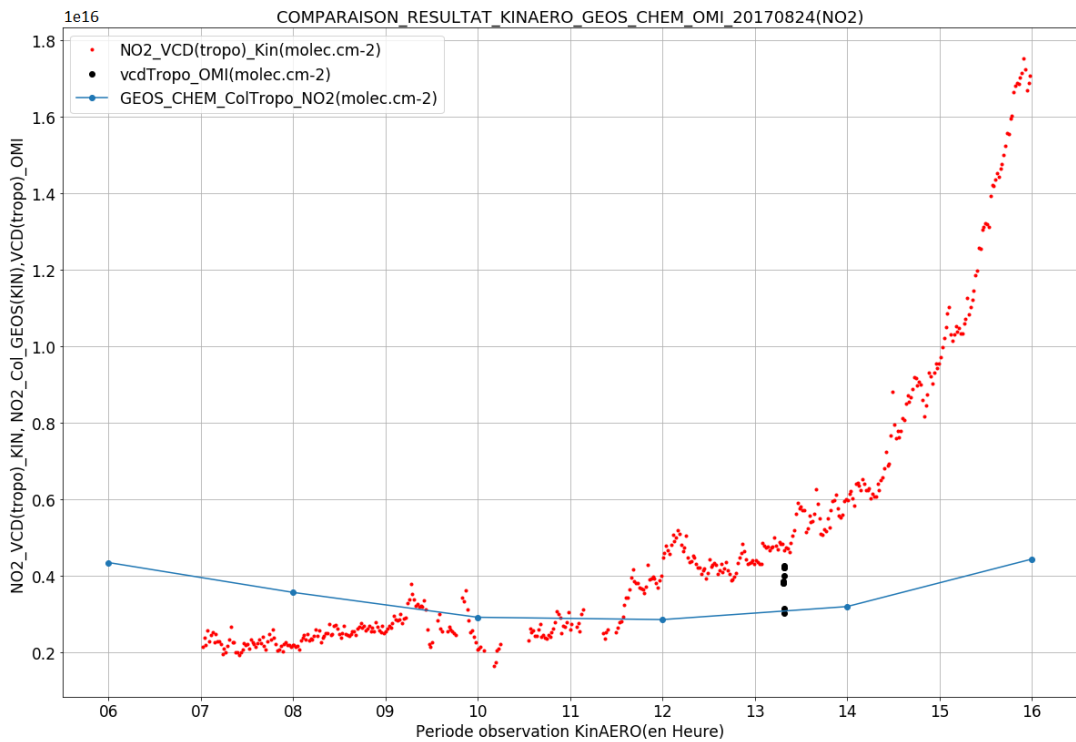
Projection résultats préliminaires

Test_d'algorithme de transformation SCD en VCD Pour les mesures KinAERO.

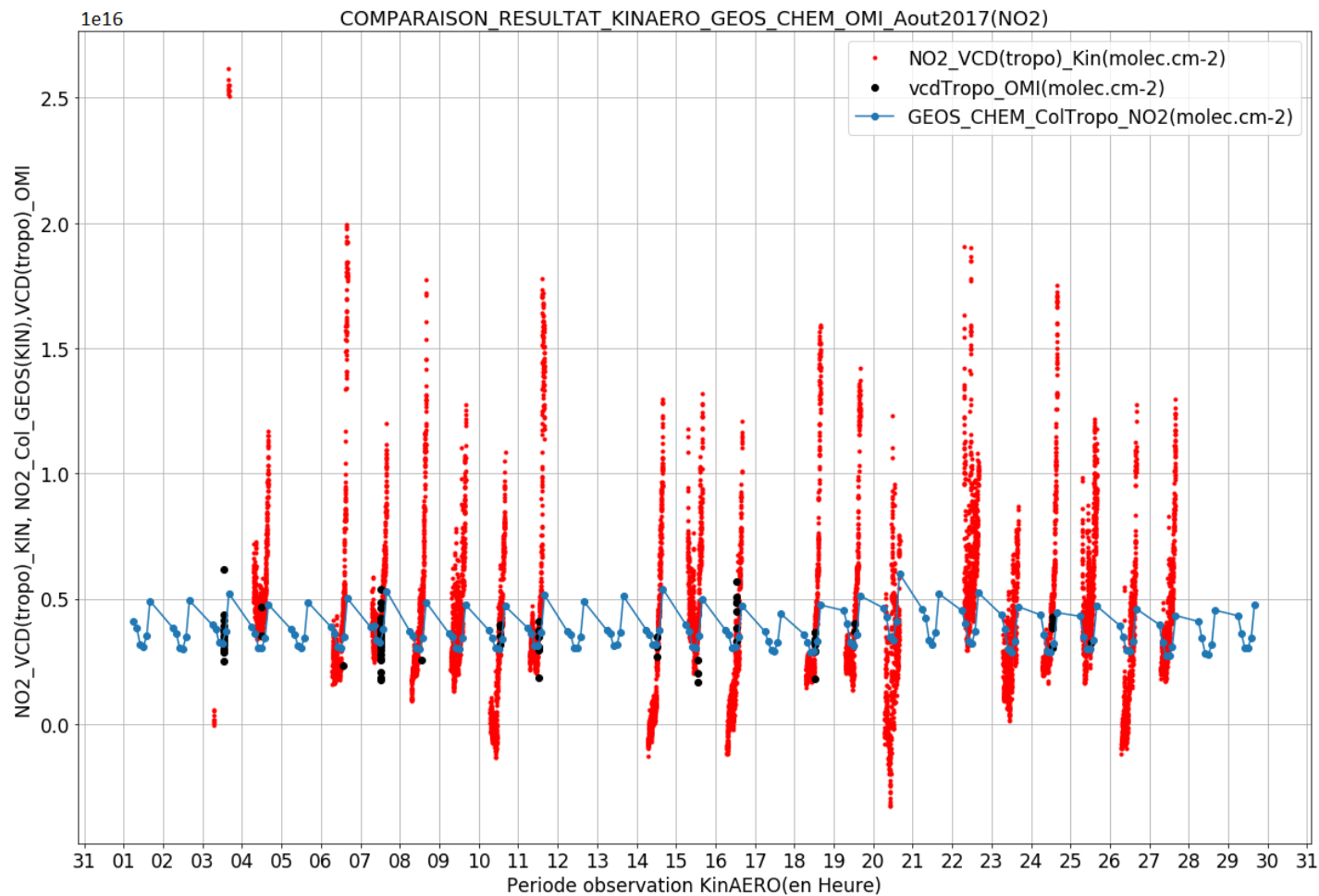


Période d'observation en heure .

Comparaison GEOS-CHEM_KinAERO_OMI



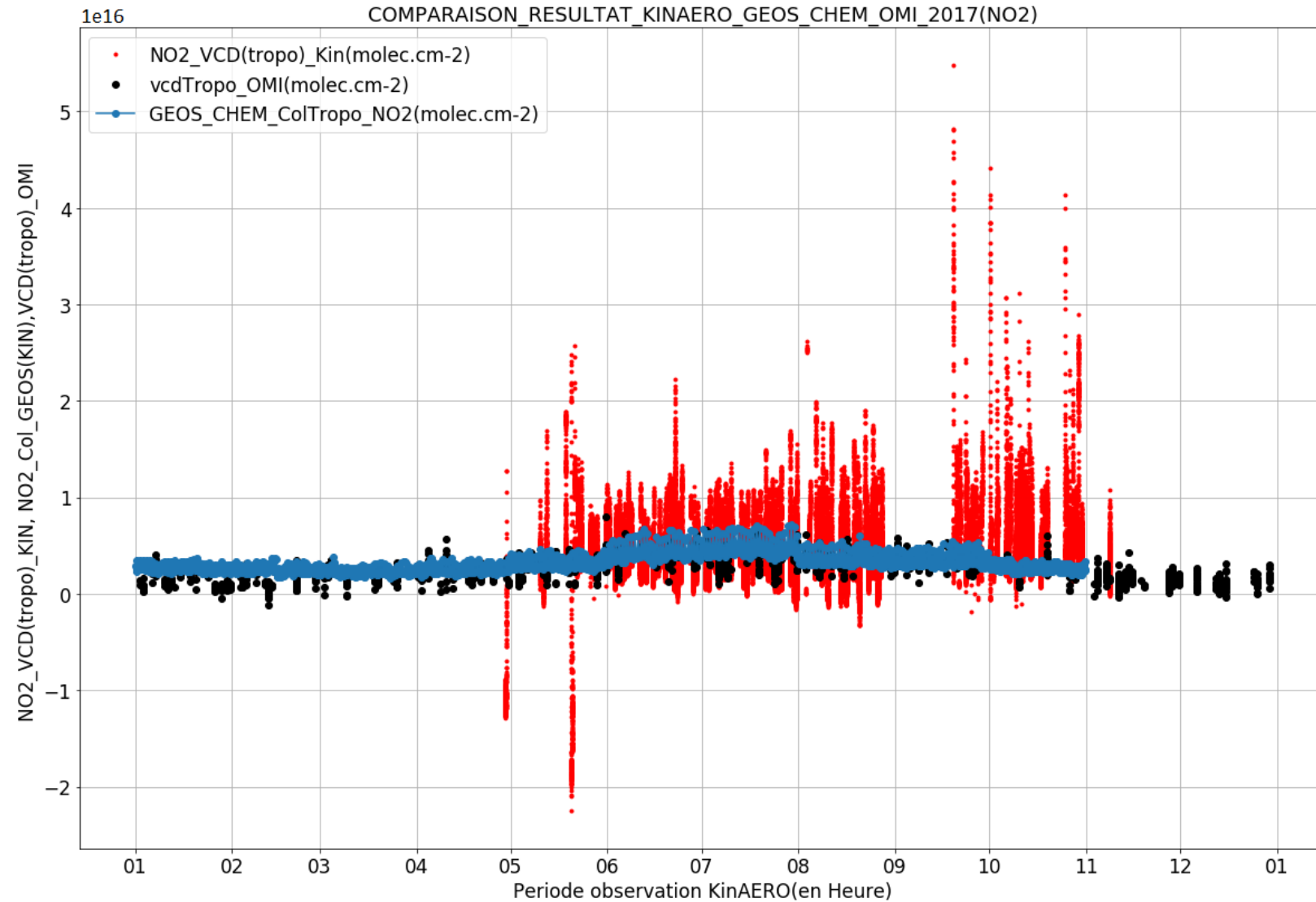
Variation diurne (NO2)_KIN_2017



-Pas d'averaging Kernels disponibles pour les mesures
-Pas de disponibilité de lisser les données GEOS-CHEM
-La sensibilité verticale de KinAero n'est pas prise en compte dans ces comparaisons.

Projection résultats préliminaires

il reste la discontinuité des amfs à midi à corriger, on peut en discuter mercredi, il faudrait trouver des jours sans nuage pour vérifier l'augmentation brutale de NO2 VCD le soir, est elle réelle? tu en auras une meilleure idée en regardant les jours sans nuage



PARTIE III



LIÈGE
université



**UNIVERSITE
DE KINSHASA**



PERSPECTIVES FUTURES (2018-2022)

1. Deuxième phase (Unikin: Mai2019-Dec2019)

Plan d'installation New_KinAERO(MaxDOAS)



III. PERSPECTIVES FUTURES

Résolution des problèmes rencontrés:

- Electricité (installation panneau solaire 500W);
- Connection internet

Idée article: Première Comparaison données KinAERO avec le modèle GEOS-CHEM (choix du journal)

CONCLUSION

La première série temporelle de DSCDS(NO₂, H₂CO, O₃) 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 NO₂ 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.

Merci

ANNEXE

Grille GEOS_CHEM(Simulation_Kinshasa 2017)

Grid box longitude edges [degrees]:

-181.250	-178.750	-176.250	-173.750	-171.250	-168.750	-166.250	-163.750
-161.250	-158.750	-156.250	-153.750	-151.250	-148.750	-146.250	-143.750
-141.250	-138.750	-136.250	-133.750	-131.250	-128.750	-126.250	-123.750
-121.250	-118.750	-116.250	-113.750	-111.250	-108.750	-106.250	-103.750
-101.250	-98.750	-96.250	-93.750	-91.250	-88.750	-86.250	-83.750
-81.250	-78.750	-76.250	-73.750	-71.250	-68.750	-66.250	-63.750
-61.250	-58.750	-56.250	-53.750	-51.250	-48.750	-46.250	-43.750
-41.250	-38.750	-36.250	-33.750	-31.250	-28.750	-26.250	-23.750
-21.250	-18.750	-16.250	-13.750	-11.250	-8.750	-6.250	-3.750
-1.250	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250
18.750	21.250	23.750	26.250	28.750	31.250	33.750	36.250
38.750	41.250	43.750	46.250	48.750	51.250	53.750	56.250
58.750	61.250	63.750	66.250	68.750	71.250	73.750	76.250
78.750	81.250	83.750	86.250	88.750	91.250	93.750	96.250
98.750	101.250	103.750	106.250	108.750	111.250	113.750	116.250
118.750	121.250	123.750	126.250	128.750	131.250	133.750	136.250
138.750	141.250	143.750	146.250	148.750	151.250	153.750	156.250
158.750	161.250	163.750	166.250	168.750	171.250	173.750	176.250
178.750							

Grid box latitude edges [degrees]:

-90.000	-89.000	-87.000	-85.000	-83.000	-81.000	-79.000	-77.000
-75.000	-73.000	-71.000	-69.000	-67.000	-65.000	-63.000	-61.000
-59.000	-57.000	-55.000	-53.000	-51.000	-49.000	-47.000	-45.000
-43.000	-41.000	-39.000	-37.000	-35.000	-33.000	-31.000	-29.000
-27.000	-25.000	-23.000	-21.000	-19.000	-17.000	-15.000	-13.000
-11.000	-9.000	-7.000	-5.000	-3.000	-1.000	1.000	3.000
5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000
21.000	23.000	25.000	27.000	29.000	31.000	33.000	35.000
37.000	39.000	41.000	43.000	45.000	47.000	49.000	51.000
53.000	55.000	57.000	59.000	61.000	63.000	65.000	67.000
69.000	71.000	73.000	75.000	77.000	79.000	81.000	83.000
85.000	87.000	89.000	90.000				

