



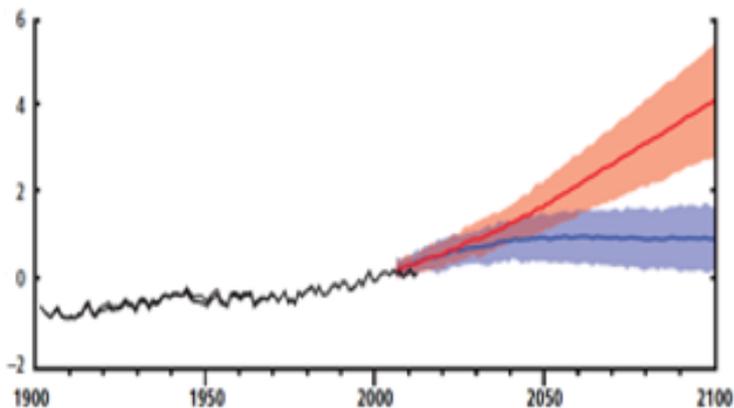
Rétrospective des activités « études climatiques »

Contributeurs : Sophie Bastin, Jean-Charles Dupont, Martial Haeffelin, Jean-François Ribaud

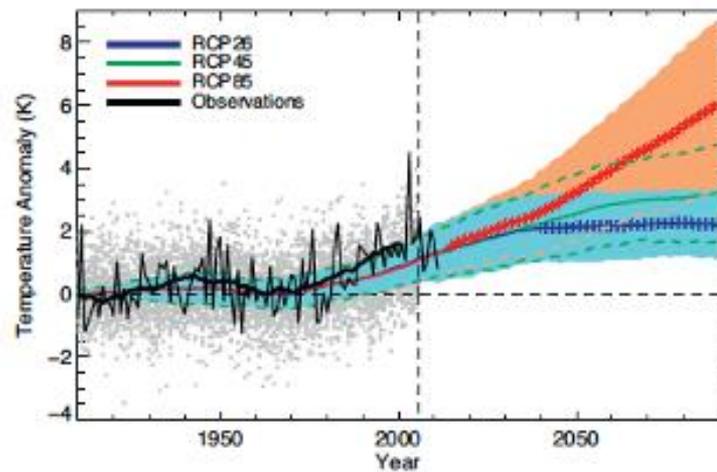
Echelle locale: clé en termes d'impact, variabilité climatique spécifique



Température annuelle à l'échelle globale



Température en été en France



Variabilité et incertitudes plus fortes à l'échelle régionale/locale

Echelle locale: clé en termes d'impact, variabilité climatique spécifique



Nombre de jours chauds



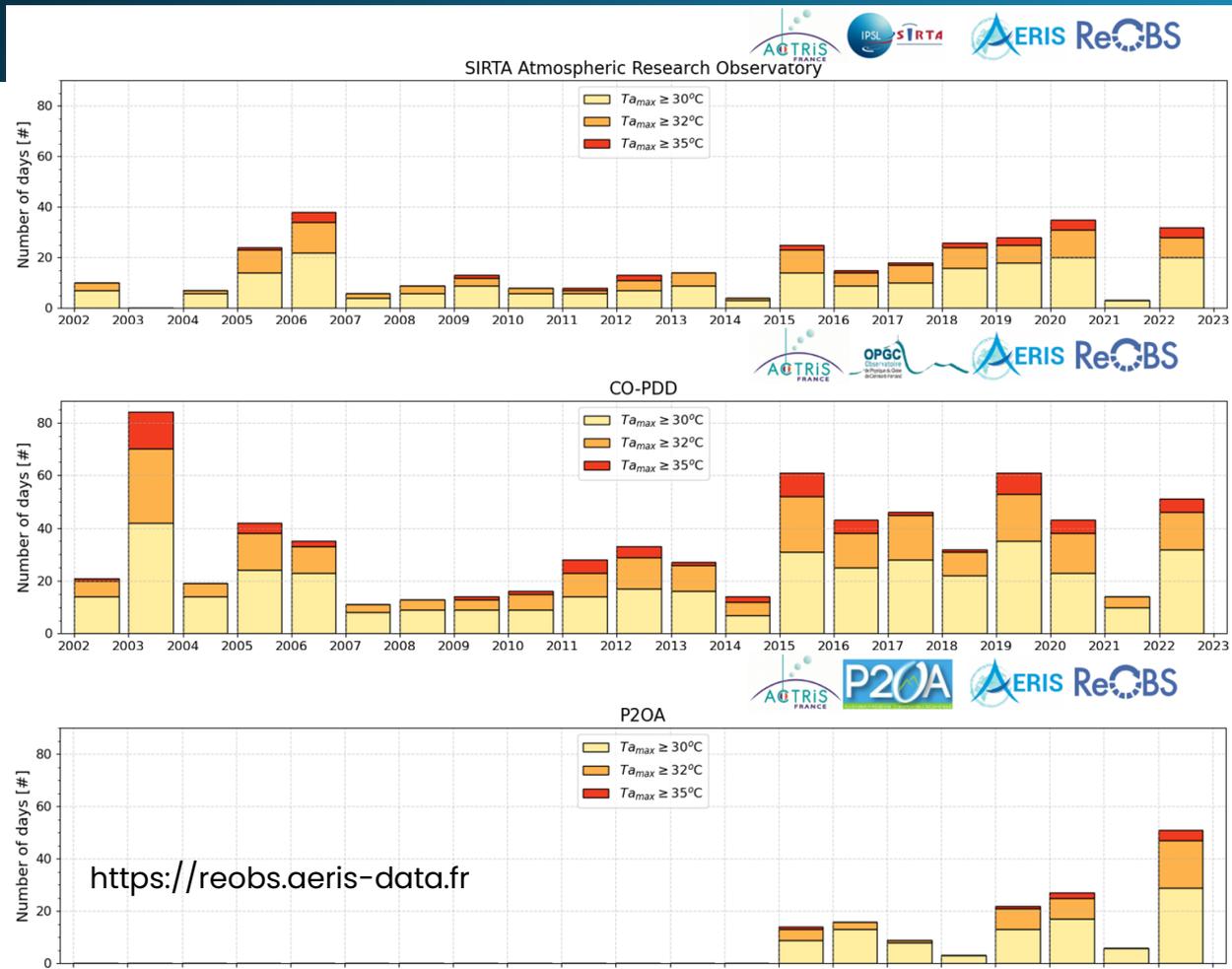
SIRTA

CO-PDD

P2OA

Variabilité, tendances et extrêmes spécifiques localement

SIRTA-25ans, 1-2 juin 2023



Objectifs



Santé



Eau



Energie



Développement d'outils, de méthodes et de techniques instrumentales de pointe pour

- détecter et quantifier des anomalies climatiques et des tendances
- comprendre les mécanismes expliquant la variabilité climatique locale en exploitant éventuellement la complémentarité avec les modèles, réseaux opérationnels et campagnes de terrain
- évaluer et améliorer les modèles climatiques globaux et régionaux



Spécificités/avantages du SIRT



- Observations **multi-paramètres** à la **surface** et sur la **verticale**
- Séries de mesures **long-terme** (depuis 2004)
- Mesures **haute-fréquence** permettant d'étudier la variabilité de l'échelle du climat à l'échelle du processus.
- Qualité aux standards internationaux permettant échanges de données **homogènes**.
- Localisation dans une zone urbanisée à **forts enjeux sociétaux**



1. Efforts (voire combat) et questionnements nécessaires (Martial)
2. ReOBS: un outil pour faciliter l'analyse des observations (Jean-François)
3. Qq exemples sur les évaluations de modèles (Sophie)

1. Mesures locales multi-paramètres et pérennes: un combat, des questions



Faire évoluer le site d'observation pour :

- S'adapter à la pression foncière (combats, opportunités, compromis)
- Maintenir les instruments en fonctionnement
- Répondre aux besoins des utilisateurs (espace, qualité)
- Documenter l'impact de l'urbanisation
- Pérenniser l'environnement de travail



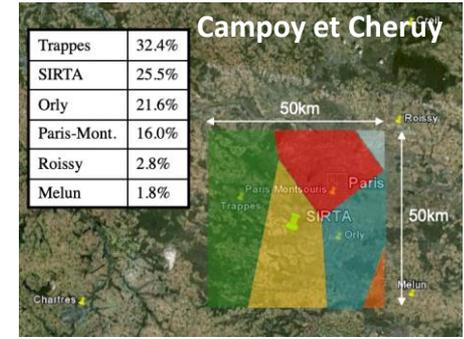
1. Mesures locales multi-paramètres et pérennes: Évaluer la qualité des mesures



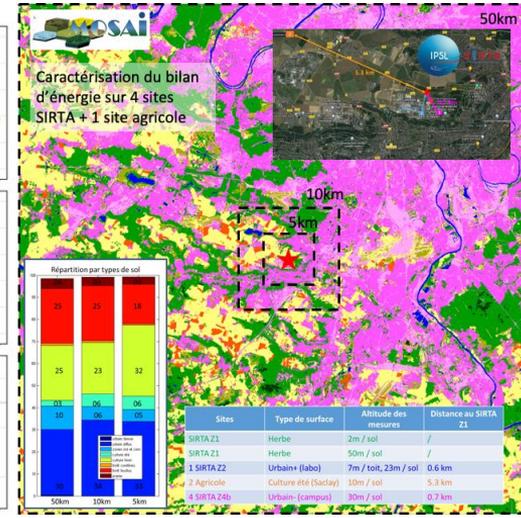
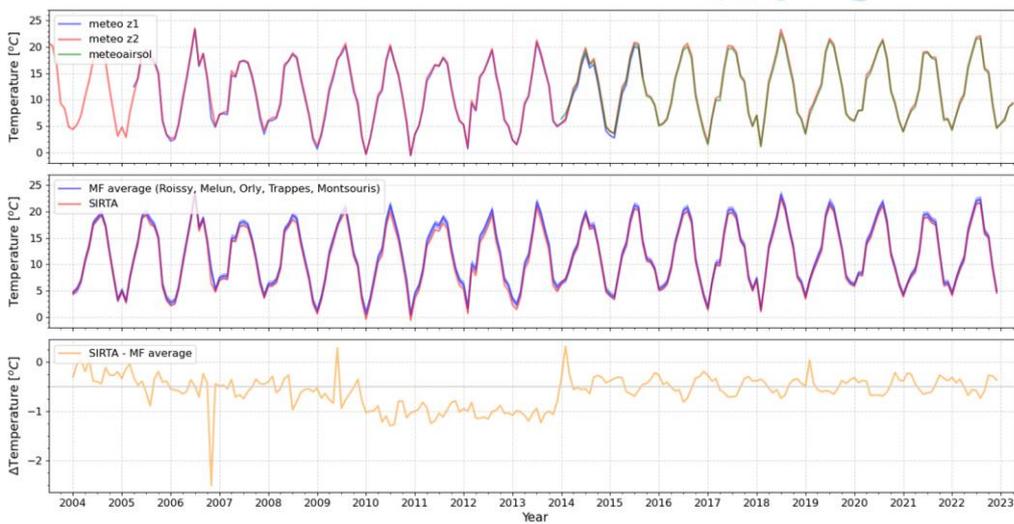
Représentativité régionale

Variabilité spatiale

Stabilité des mesures sur le long terme



Trappes	32.4%
SIRTA	25.5%
Orly	21.6%
Paris-Mont.	16.0%
Roissy	2.8%
Melun	1.8%



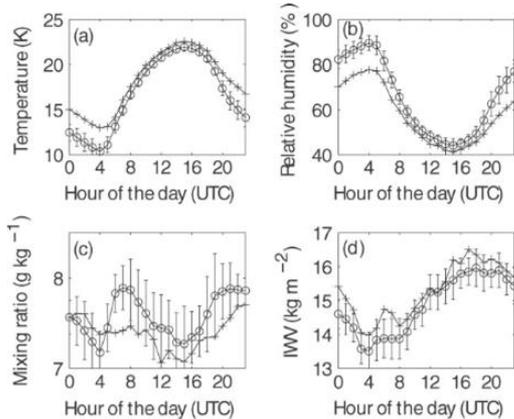
CHAMPS (luzerne)
URBAIN + Z4b
URBAIN + Z2

1. Mesures régionales multi-paramètres: recherche + opérationnel



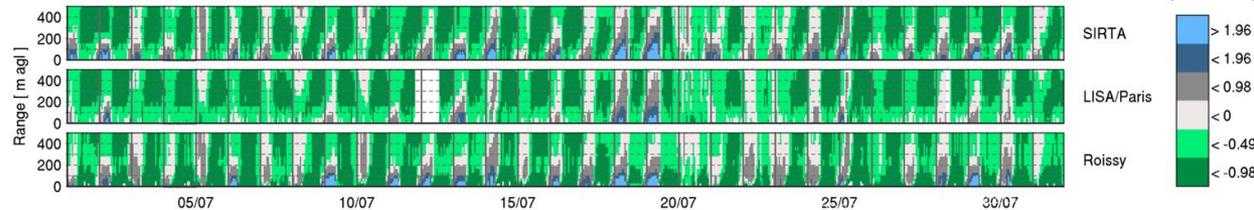
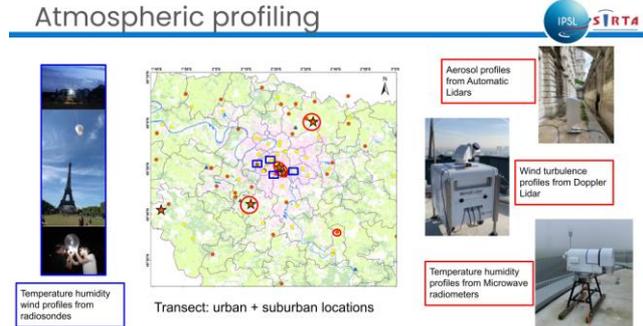
Quel dispositif de mesure est nécessaire pour répondre aux questions sur le climat en milieu urbain?

Champollion et al. (2009) :
Campagne VAPIC (SIRTA) + mesures IGN et Météo-France pour étudier l'effet de l'**îlot de chaleur urbain** et convergence de vent sur variabilité de l'humidité



SIRTA-25ans, 1-2 juin 2023

Cespedes, Kotthaus et al. (2023) :
Campagne H2C/PANAME (SIRTA, QUALAIR) + mesures Météo-France pour étudier impact de la ville sur la structure thermodynamique et vent/turbulence dans la couche limite atmosphérique et rétroaction sur **ilôt de chaleur urbain**



2. ReOBS: un outil pour faciliter l'analyse des observations



Création d'un fichier NetCDF unique (résolution temporelle 1h) contenant un ensemble de données multi-variables & pluriannuelles permettant des études pluri-thématiques: dynamique et thermodynamique atmosphérique, rayonnement, gaz, aérosols et nuages (Chiriaco et al., 2018)

DATA COLLECTION

ReOBS collects data from both quality-controlled databases (e.g. ACTRIS) and from native datasets.



PRE-PROCESSING

Adapts to the input data format defined and provided by the Data Center.



QUALITY CHECKS

Applies additional quality controls to remove potentially erroneous data through procedures documented in a reference document available on request.



HARMONISATION

Performs temporal and/or spatial averaging of data while keeping associated statistics.



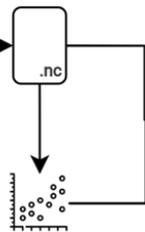
NAMING CONVENTIONS

Applies standard metadata. CF, ACDD and GCMD compliant.



ONE NETCDF FILE

Provides a well documented NetCDF file with all desired associated statistics.



VISUALISATIONS

Provides 1 and 2 dimensional quicklooks and plots from the NetCDF file.



2. ReOBS: historique

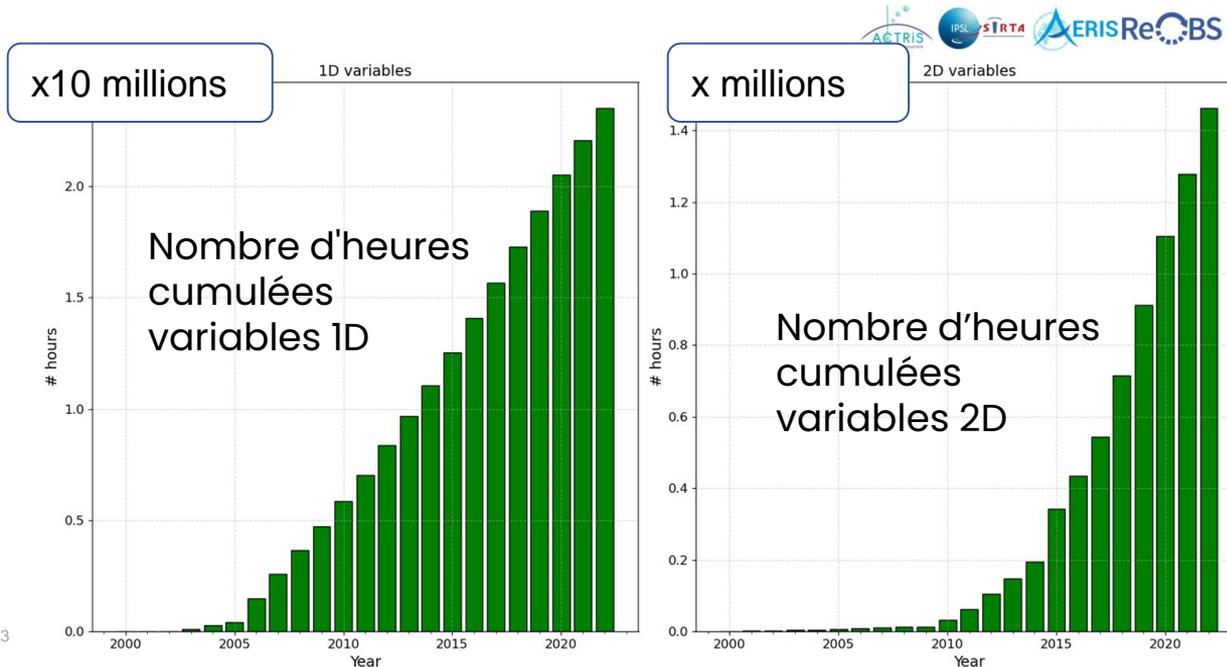


Version	Année	Personne	Avancées	Déploiement
v0	2009	L. Klenov	Scripts bash Python	SIRTA
v1	2014	J. Lopez	Outil configuration des tâches Normalisation du code	SIRTA
v2	2018	R. Guzman	Restructuration générale code Introduction aspects modulaires (filières) Développements QC Initiation réflexions variables 2D	SIRTA initiation P2OA
v3	2022	A.Gibek	Automatisation Généralisation traitement variables 2D Généralisation outil/service AERIS Création d'un site web dédié Valorisation multi-paramètres	<u>ACTRIS-FR</u> SIRTA, P2OA, CO-PDD <u>ACTRIS-EU</u> Lindenberg (ALL), Granada (ESP)
v4	???	???	ReOBS "à la carte" → sur mesure	ACTRIS-FR/-EU

2. ReOBS-SIRTA: évolution du nombre d'heures



- ReOBS SIRTA > 150 variables issus des centres de données: ACTRIS-EU/FR, BSRN, AERONET, ...
- Nombres de variables ainsi que le nombre d'heures sont en constante augmentation



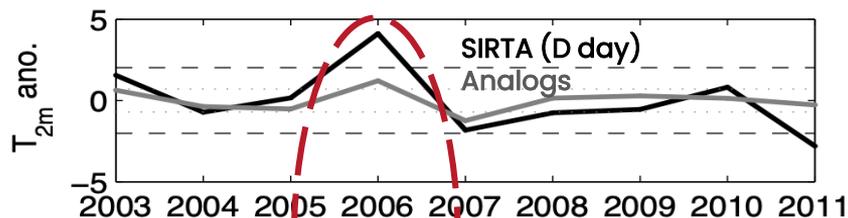
2. ReOBS-SIRTA: processus impliqués dans les canicules



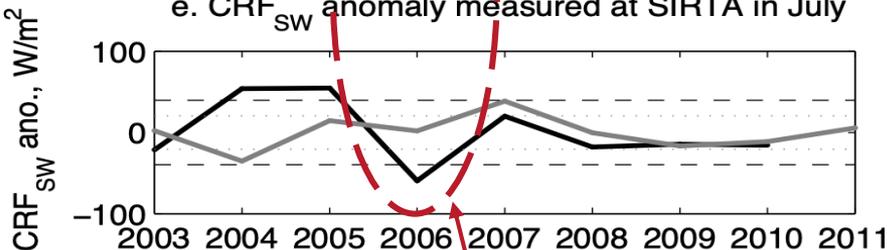
Canicule été 2006: grande échelle vs processus locaux

Chiriaco et al., 2014

a. T_{2m} anomaly measured at SIRTA in July

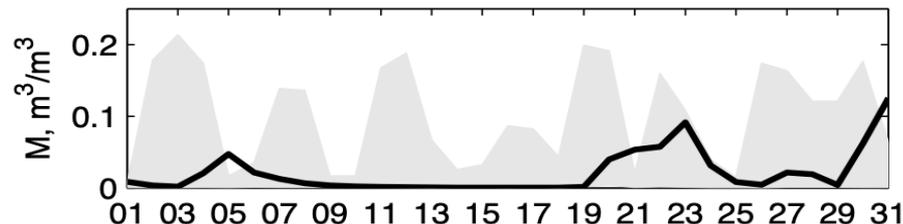


e. CRF_{sw} anomaly measured at SIRTA in July

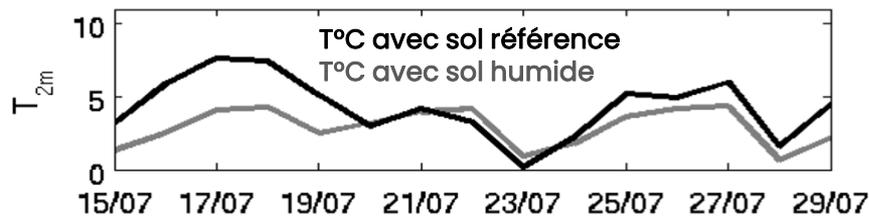


Grande échelle
n'explique pas tout,
déficit de nuages

d. daily mean of simulated soil moisture in July 2006



e. $[T_{2m}(D\ day) - T_{2m}(analog)]$ simulated at SIRTA in July 2006

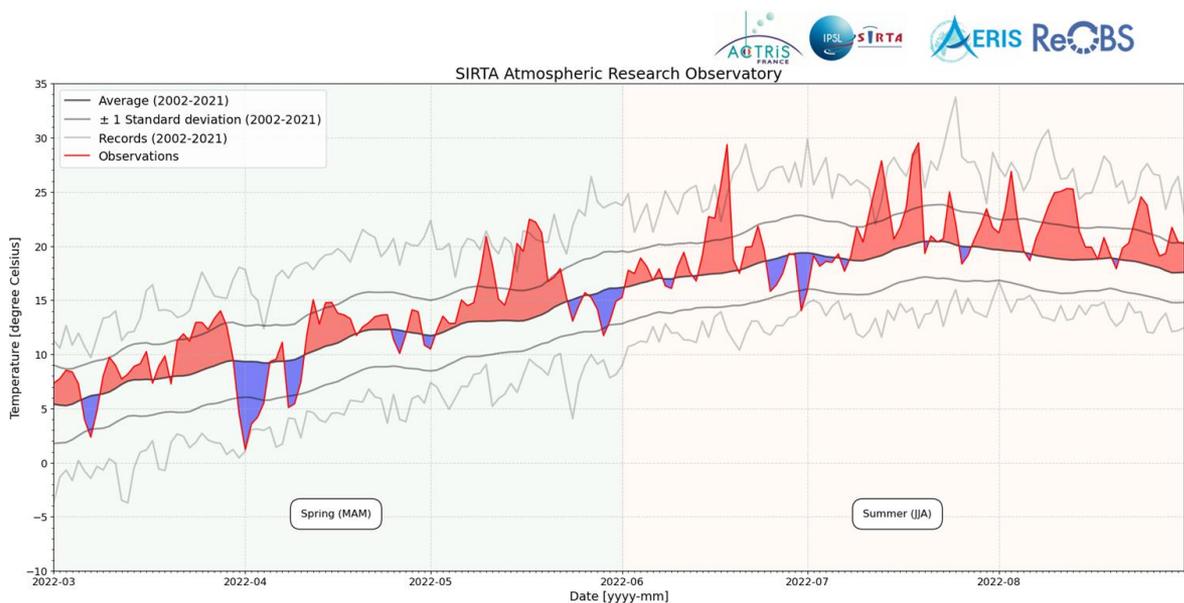


Amplification de la canicule
par sol sec

2. ReOBS-SIRTA: processus impliqués dans les canicules

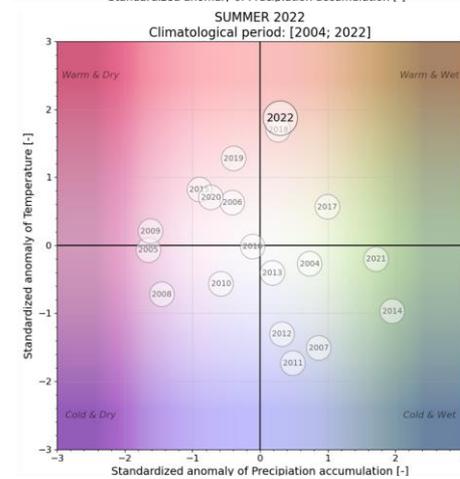
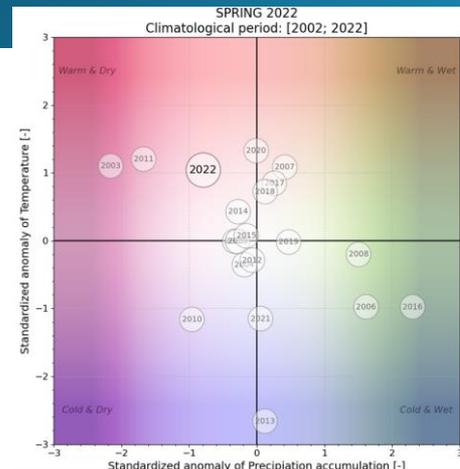


Canicule printemps/été 2022 au SIRTA



MAM

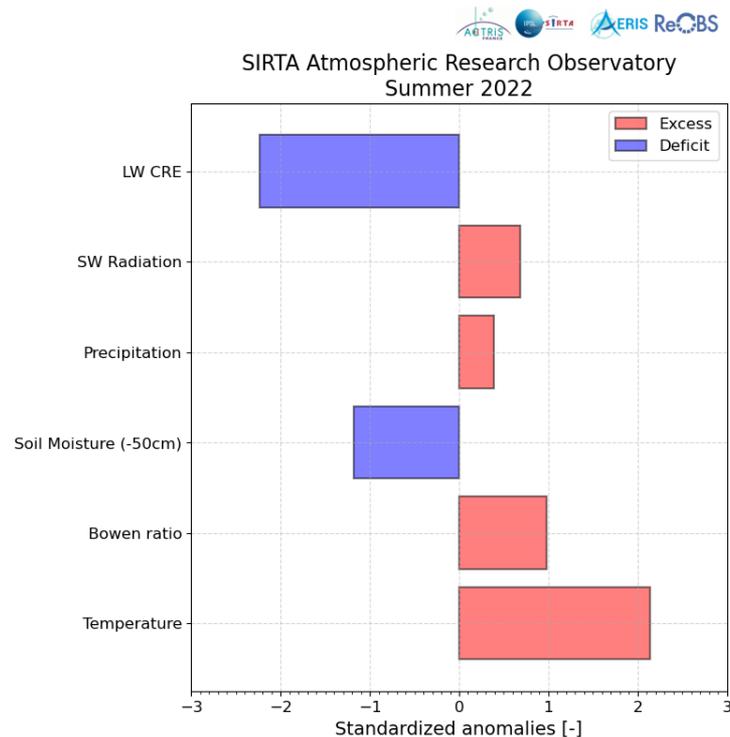
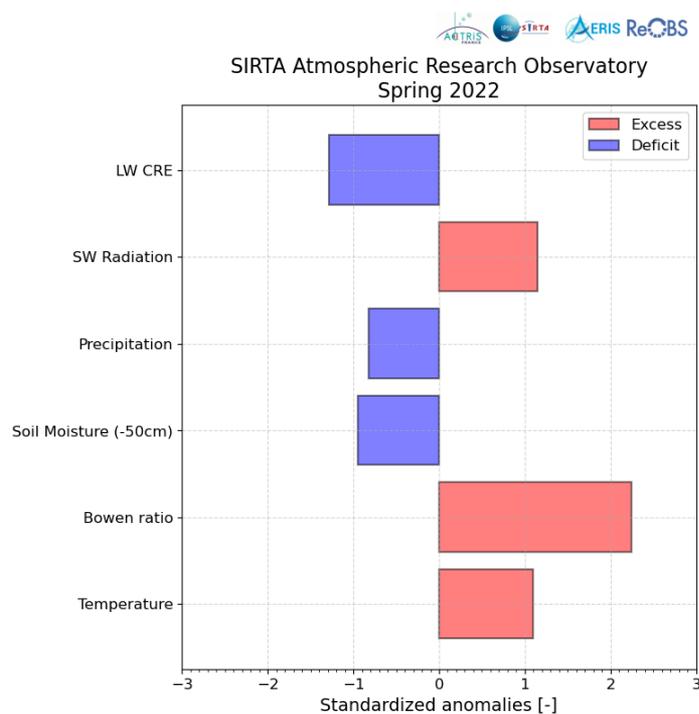
JJA



2. ReOBS-SIRTA: processus impliqués dans les canicules



Canicule printemps/été 2022 au SIRTA: bilan des anomalies

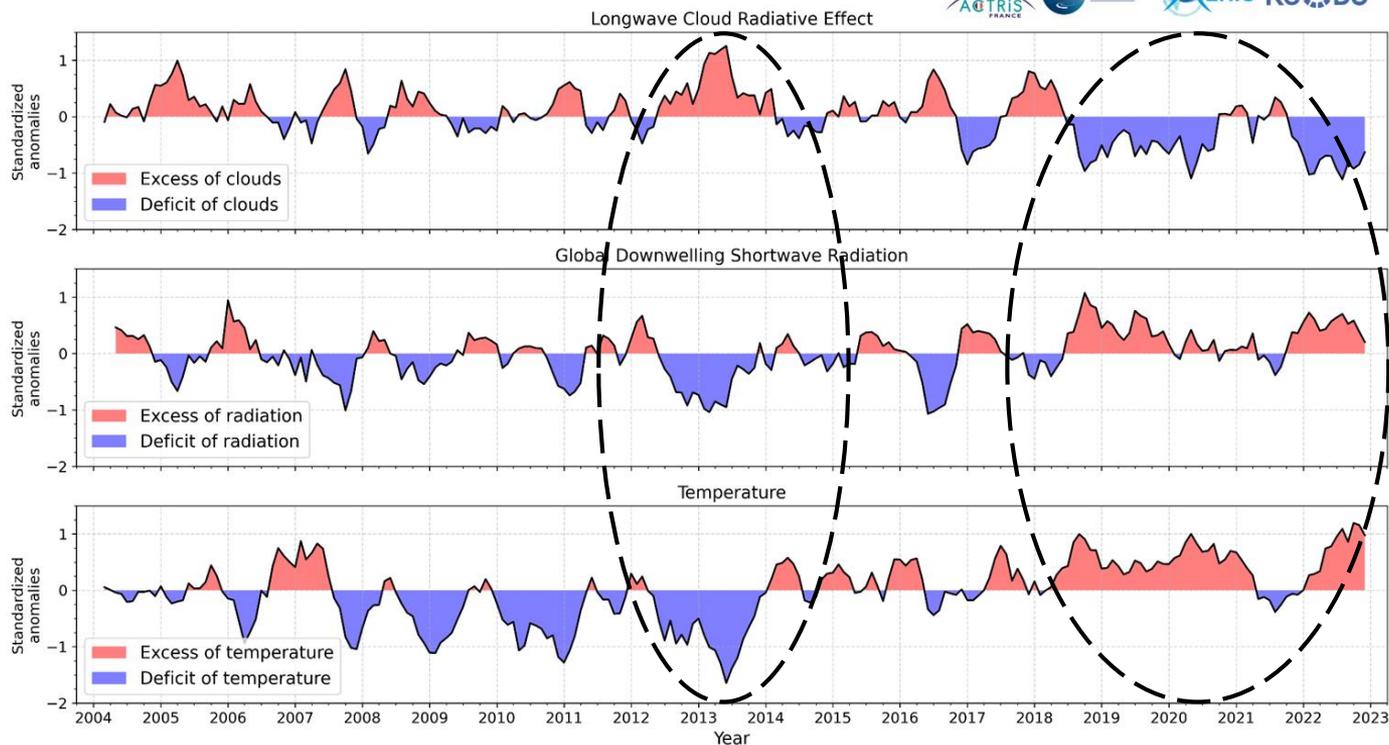


2. ReOBS-SIRTA: évolution temporelle des boucles de rétroaction



Anomalies sur 20 ans la couverture nuageuse, du rayonnement et de la température

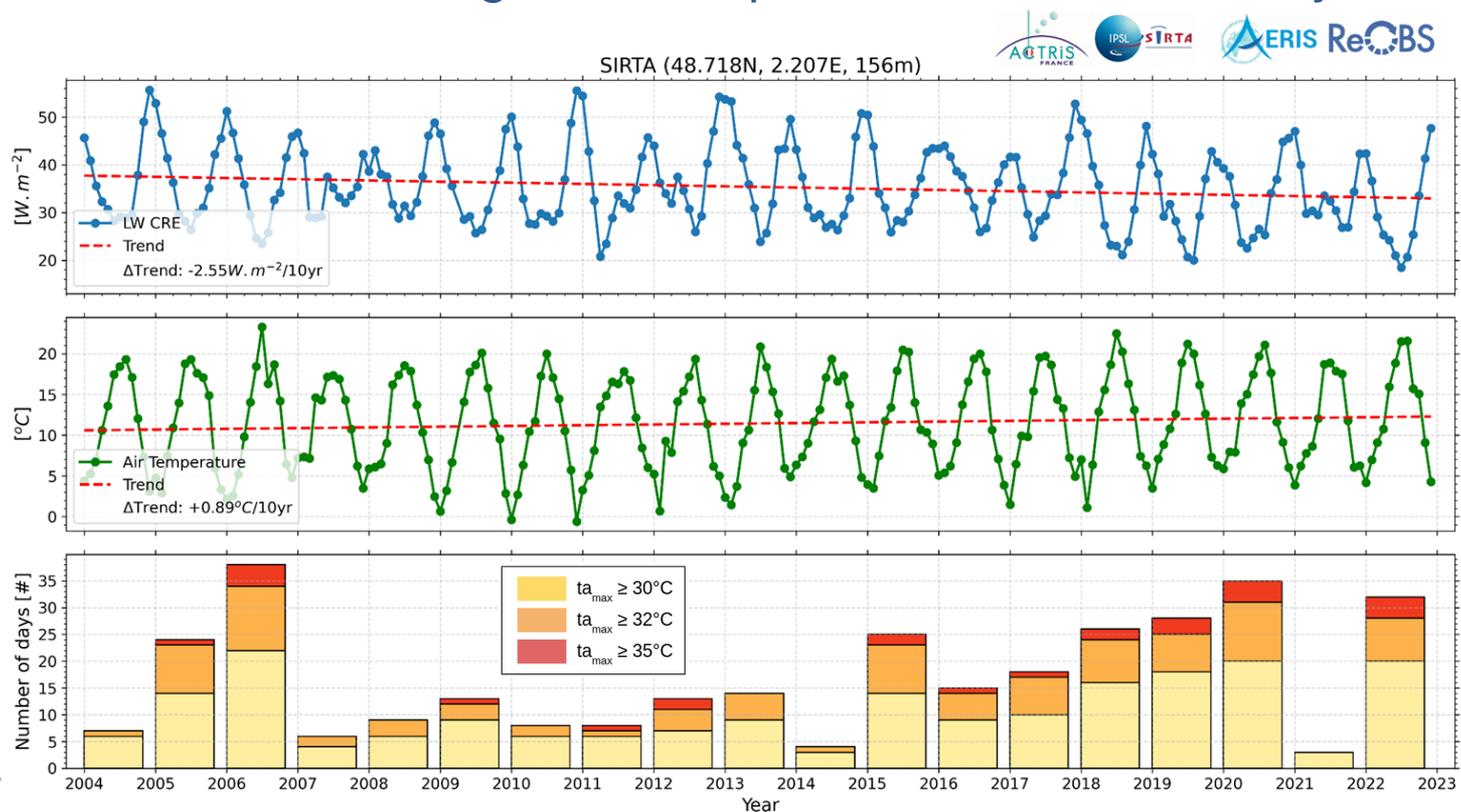
SIRTA Atmospheric Research Observatory



2. ReOBS-SIRTA: Tendances climatiques



Couverture nuageuse, température et nombre de jours chauds

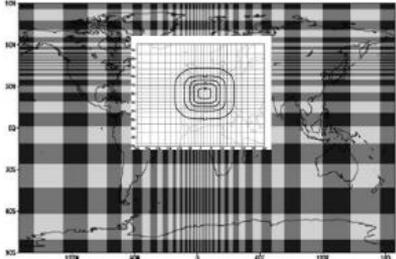


3. Evaluation de modèles

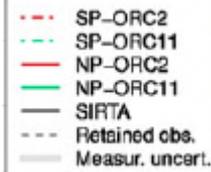


Apport de la synergie de mesures de surface long terme et haute fréquence

Simulations zoomées guidées LMDZ

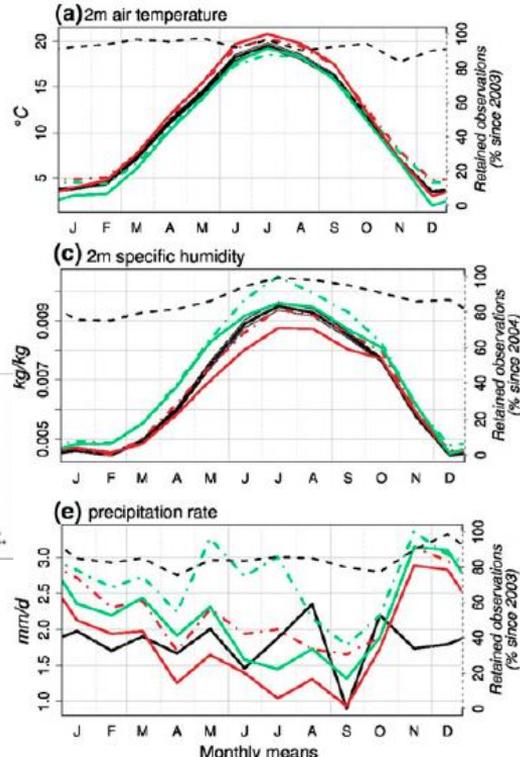


From Cheruy et al.,
Clim Dyn., 2013

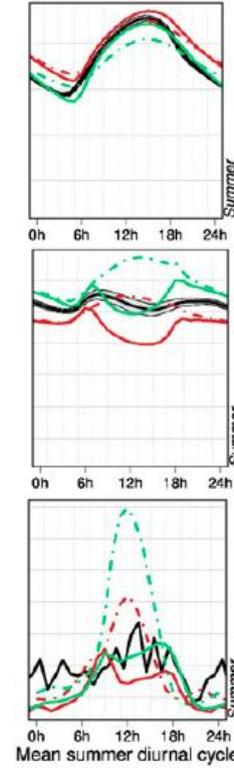


Autres études: Mathieu et al., 2007; Coindreau et al., 2007; Campoy et al., 2013; Bastin et al., 2018

Cycle saisonnier



Cycle diurne JJA



Cycle diurne nécessaire pour tester la physique des modèles.

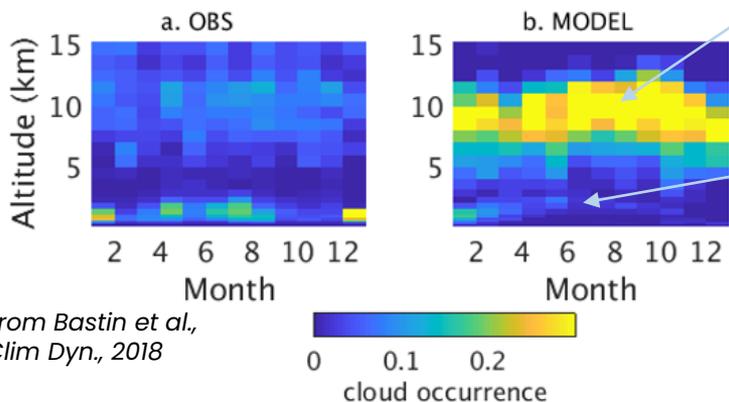
Projet COSY: comparaisons systématiques AROME, LMDZ, ARPEGE
ANR MOSAI: évaluation des flux de surface

3. Evaluation de modèles



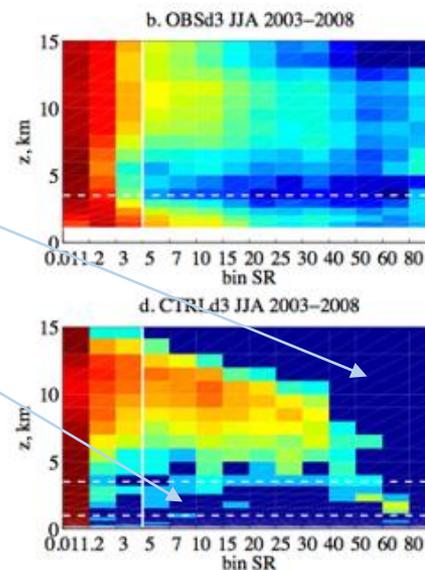
Apport des données lidar/radar pour comprendre les biais des modèles et améliorer la physique.

Adaptation du simulateur lidar COSP
(version sol)



Trop nuages hauts mais
SR plus faible =>
compensation

Manque de nuages bas
en été de faible SR



From Bastin et al.,
Clim Dyn., 2018

Autres études: Campoy et al.,
2013; Cheruy et al., 2013;
Chiriaco et al., 2005;
Coindreau et al., 2007 +
stages



Boucle de rétroaction: manque de nuages bas => trop d'énergie arrivant à la surface => assèchement trop rapide => fraction évaporative trop faible => température trop forte et manque de nuages

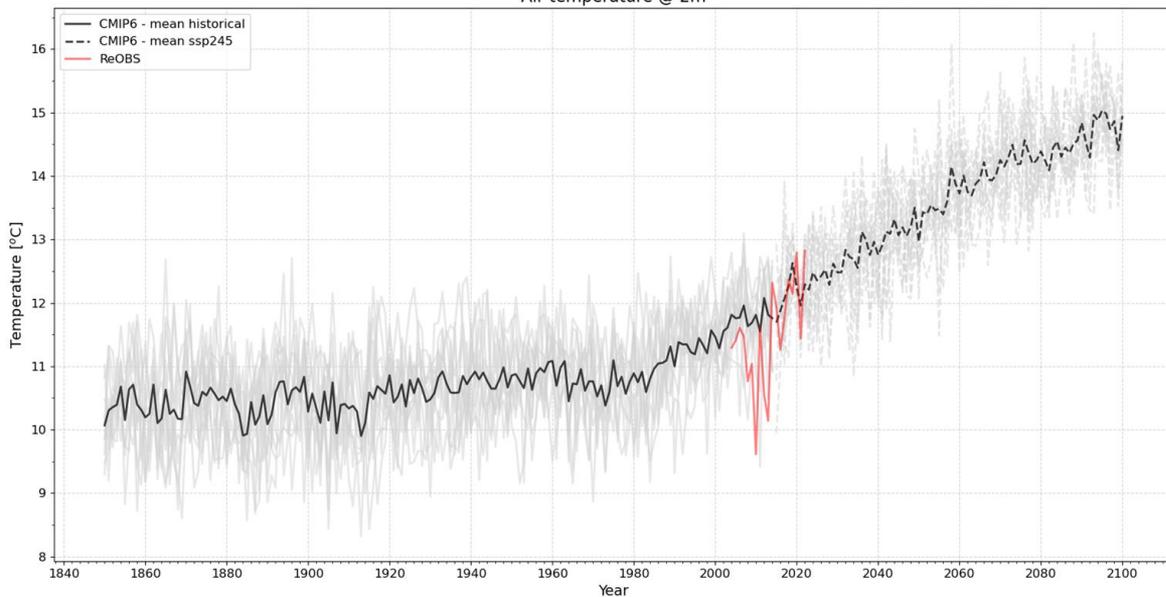
3. Evaluation de modèles



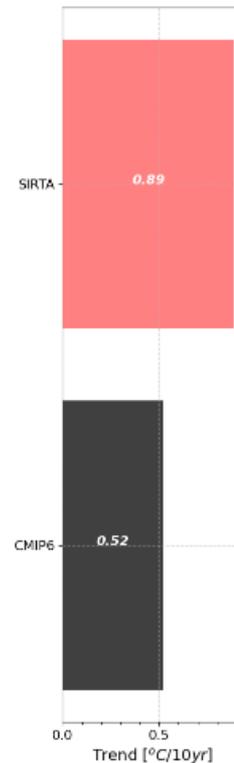
Evaluation des ensembles de simulations climatiques CMIP6



Air temperature @ 2m



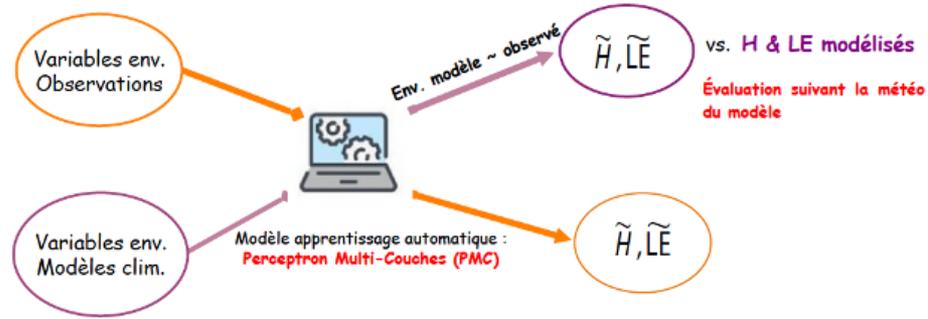
2004-2022



Tendances sous-estimées, en particulier pour vagues de chaleur (Vautard et al., 2023)

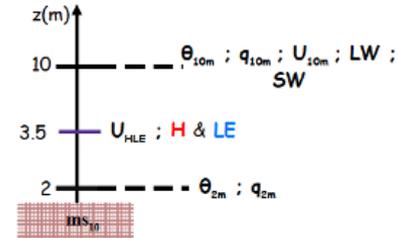
3. Evaluation de modèles

→ Approche méthodologique



Exemple d'autres études

- Précipitations:
 - Rôle de la surface (Campoy et al., 2013)
 - relation température-humidité-précipitations (Bastin et al., 2019; Ha-Truong et al., 2022)
- Impact des processus de couche limite sur prévision des concentrations d'aérosols (Dupont et al., 2016)
- Nouvelle méthode d'évaluation des flux de surface par réseau de neurones (Zouzoua et al., en prep)





- ❖ ReOBS:
 - extension à différents sites dans le cadre d'ACTRIS-FR/EU et dans le temps
 - meilleure estimation de la représentativité de la mesure (ANR MOSAI)

- ❖ Modélisation
 - évaluation des ensembles de modèles CMIP6 et CORDEX, notamment pour comprendre la sous-estimation des tendances

 - Paris = ville principale d'étude du nouvel effort de modélisation CORDEX sur les interactions entre ville et climat => forte implication du SIRTA et des réseaux/campagnes PANAME pour évaluer représentation des effets urbains dans modèles de climat régionaux



MERCI – THANK YOU

Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)

2. ReOBS: un outil pour faciliter l'analyse des observations



Autres études

- Utilisation de méthodes statistiques:
 - Méthode des analogues pour séparer part de la grande échelle versus part des processus locaux dans variabilité:
 - de température (Dione et al., 2017)
 - de la qualité de l'air pendant COVID (Petit et al., 2021)
 - Analyse en régimes de temps des tendances observées en Ile de France (Ringard et al., 2019)
 - Utilisation de forêts aléatoires pour analyser les termes qui contrôlent la variabilité de la température à différentes échelles de temps (thèse d'Oscar Rojas, Rojas et al., 2021)