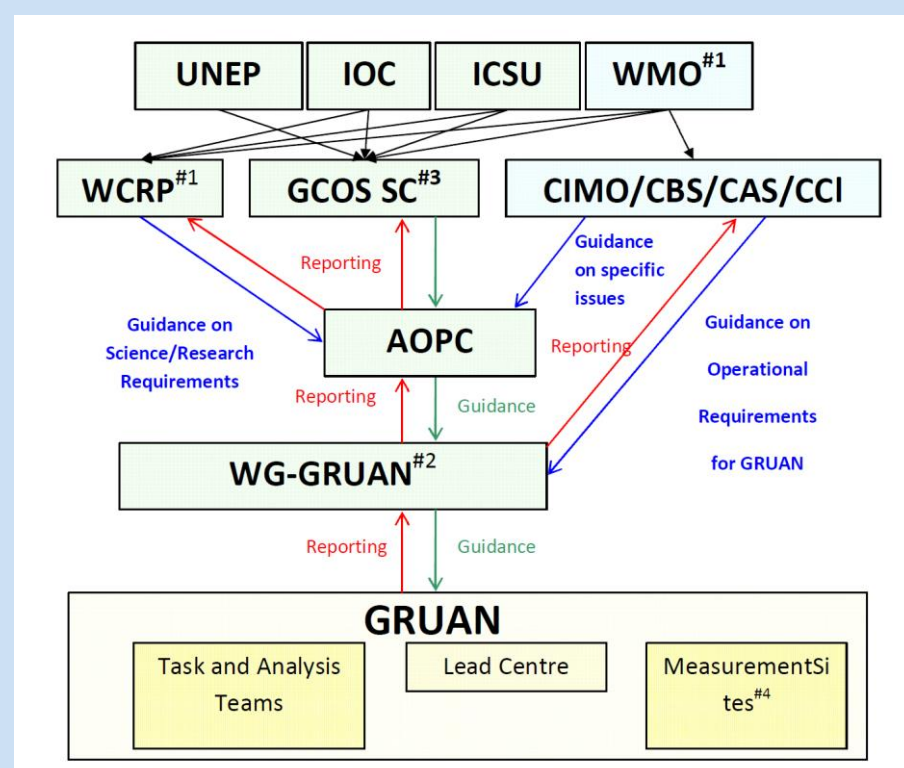


OBJECTIFS – ENJEUX

GRUAN (GCOS Reference Upper-Air Network) est la réponse de la communauté scientifique à la question de l'urgence d'établir des mesures de référence dans le cadre du changement climatique (GCOS-112, GCOS-171). L'objectif est de produire un réseau d'une quarantaine de sites de référence dans le monde afin de produire un suivi des variables climatiques essentiels comme décrit par le WMO (GCOS-138).



Schématisation de l'organisation de GRUAN au sein de l'organisation des différentes instances internationales (A gauche) – Schématisation du processus d'évaluation et de certification d'un site GRUAN (A droite)

Le site Français de radiosondage de Trappes (48.77° N; 2.01° E) opéré par Météo-France et utilisant la technologie Meteomodem, est le premier site Français à mettre en place les procédures opérationnelles et constituer le dossier de certification. Ce poster présente l'avancement de cette démarche.

CRITÈRES ET AVANCEMENT DU SITE FRANÇAIS DE TRAPPES

6 critères sont à valider afin de pouvoir être un site de référence GRUAN Radiosondage (GRUAN-TN-4):

1. Faire la description complète du site de mesure, comprenant la description de l'instrument (son principe de mesure et les incertitudes associées pour chacun des paramètres géophysiques qualifiés par l'instrument), les méthodes opérationnelles associées aux mesures de l'instrument, les métadonnées, la façon dont sont collectées les données et la façon dont elles sont acheminées jusqu'au serveur informatique central GRUAN.
2. Un article publié dans une revue à comité de lecture décrivant le produit de données établi sur le site à certifié.
3. Un site opérationnel mettant en œuvre l'instrument et les méthodes décrites.
4. Un Centre de données recevant les données brutes et traitant les données en appliquant les corrections et algorithmes décrits.
5. Un jeu de donnée suffisamment long afin de pouvoir apprécier la stabilité des méthodes et leur potentiel comme référence
6. Une revue du dossier par le groupe de travail GRUAN.

Le dossier pour le site GRUAN-Fr RS est déjà bien avancé, les différents tests métrologiques ont été réalisés et le calcul des incertitudes de mesure en vol est en cours
Une seconde phase de tests métrologiques est prévu Sept/Oct 2019 pour confirmer les incertitudes établies

L'article Dupont et al. 2019/20 est en cours de review. Il décrit le produit radiosondage GRUAN et les corrections associées à la mesure en vol

Le site de Trappes est opérationnel et utilise les méthodes GRUAN France depuis le printemps 2018

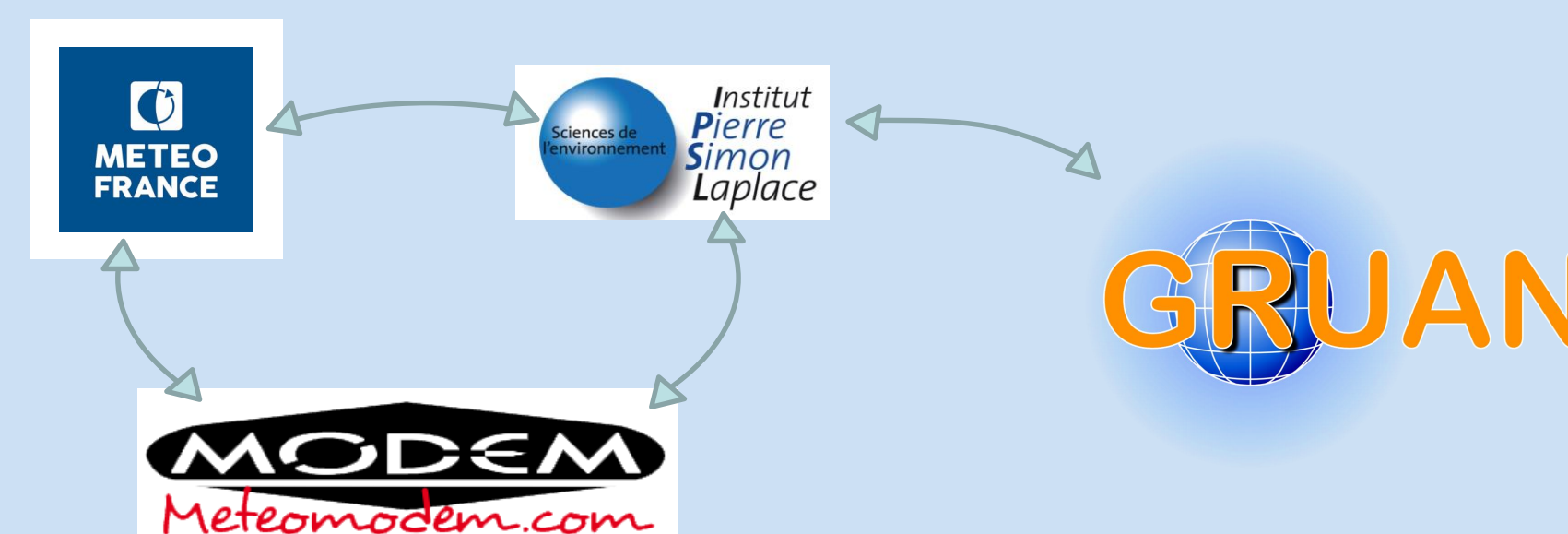
Le flux de données et le traitement automatisé est opérationnel, une dernière étape vers le serveur GRUAN sera très bientôt en place

Le site de Trappes étant opérationnel depuis le printemps 2018, cette condition est dors et déjà réalisée

Cette dernière étape interviendra en toute fin. Le dépôt du dossier est prévu pour printemps 2020

ORGANISATION, RESULTATS ET DÉTAILS DE L'AVANCEMENT

Le site GRUAN Radiosondage Français nécessite la coordination de 3 acteurs : **Météo France**, **IPSL** et **Meteomodem**. Chacun est responsable d'un action, respectivement : La mise place opérationnelle des vol GRUAN, les relations scientifiques, la mise en forme du document de certification et la mise en place des flux de données, et pour ce qui concerne Meteomodem l'établissement des incertitudes de mesures.



OPÉRATIONNALITÉ : MÉTÉO FRANCE

Le site GRUAN Radiosondage Français réalise 2 vols par jour (00TU et 12TU) utilisant les sondes Meteomodem M10.

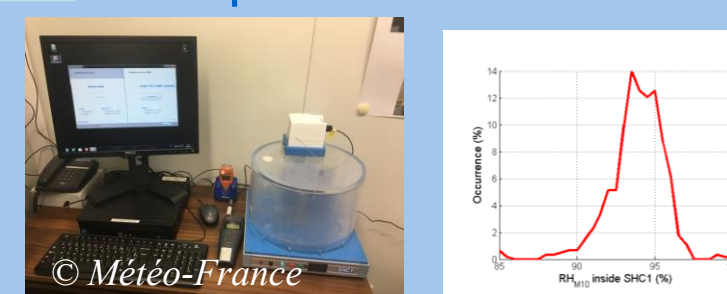


Robotsonde Meteomodem sur le site de Trappes à Météo France

Ces vols sont réalisés avec un Robotsonde développé par Meteomodem. Un article décrivant l'influence comparée des vols automatisés avec les vols manuels est en cours de rédaction (Madonna et al. en cours).

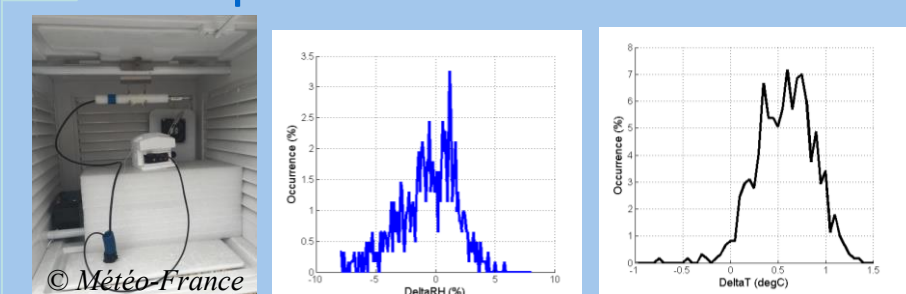
La procédure GRUAN demande qu'avant chaque vol, toutes les sondes soient comparées à une référence. GRUAN France a choisi de produire 2 comparaisons : comparaison en environnement saturé (1) et en ambiant à l'extérieur (2) :

1 Comparaison à 100%RH



La comparaison dans un environnement saturé en humidité est effectué avec la cuve SPRH100 développé par GRUAN. L'analyse de presque 1 an de donnée montre que les sondes M10 possède un léger biais sec d'environ 5%RH et une dispersion à 1 σ inférieur à 4%RH

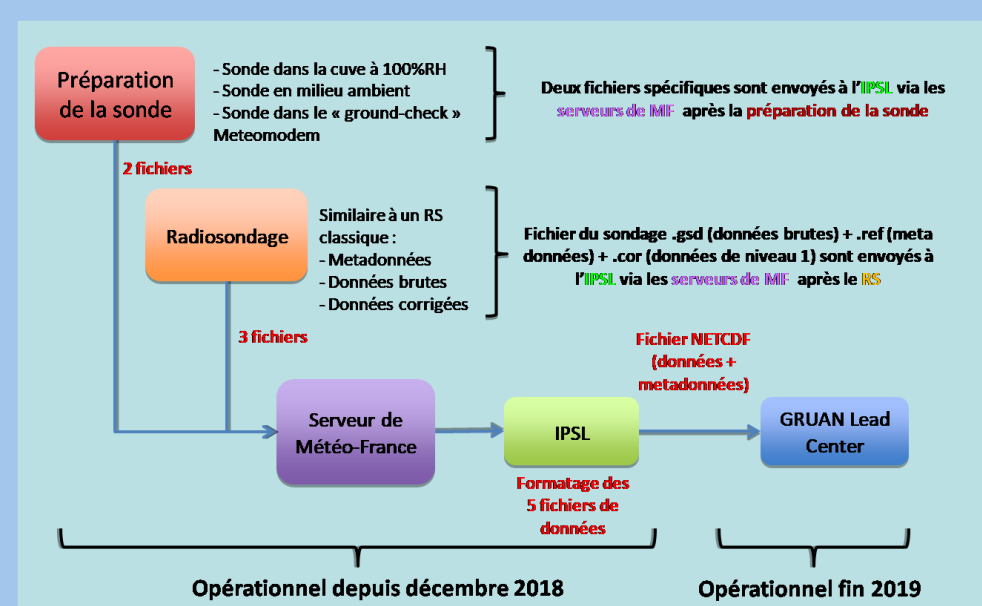
2 Comparaison en ambiant



La comparaison dans un environnement ambiant est fait dans un abri Stevenson contenant une sonde Vaisala HMP110 opérée par Météo France. L'étude statistique sur un an de donnée de la différence avec la référence révèle :
• Humidité $\approx 0 \pm 2\%RH$ (k=1)
• Température $\approx 0,5 \pm 0,5^\circ C$ (k=1)

ORGANISATION ET FLUX DE DATA : IPSL

Pour chaque vol GRUAN réalisé à Trappes, 5 fichiers sont produits et acheminés jusqu'au serveur central GRUAN. Deux fichiers de préparation de la sonde (contenant une comparaison dans un environnement saturée en humidité et une comparaison avec une référence soumise à des conditions ambiantes extérieures) et 3 autres fichiers propres au radiosondage contenant les métadonnées de la sonde, les données brutes du radiosondage et les données traitées selon l'algorithme constructeur. Le centre de données AERIS/IPSL assure la mise à disposition de ce jeu de données, avec attribution d'un identifiant unique (DOI : 10.14768/20181213001.1) et mentionne explicitement des contraintes d'usage : «Permission is granted to use these data in research and publications mentioning the DOI».



Schématisation du flux de données depuis la préparation de la sonde jusqu'au stockage des données et métadonnées au serveur central de GRUAN

L'IPSL a en charge le développement et le maintien de cette architecture.

L'IPSL est également en charge les relations scientifiques avec le GRUAN et coordonne les actions de valorisation scientifique l'écriture du document technique nécessaire à la certification et participe aux discussions avec les institutions GRUAN. Chaque année la communauté se rassemble afin d'échanger sur l'avancement des sites et la recherche associée.



Photo de groupe de la communauté GRUAN présente lors du dernier ICM (Implementation-Coordination Meetings) se tenant à Singapour

INSTRUMENTATION : METEOMODEM

La radiosonde M10 de Meteomodem réalise la mesure de l'humidité relative grâce à un capteur capacitif, la température de l'air avec une thermistance, l'altitude et la vitesse du vent à l'aide du GPS. Chacun de ces paramètres fait l'objet d'une étude.

Paramètre	Type d'incertitude	Méthodologie de détermination	Etat d'avancement
Humidité relative	Calibration	Analyse de la production et/ou des mesures comparative lors de préparation des vols	Analyse de la production a établi l'incertitude suivante : $U_{(RH/cal)} = 2,18\%RH$ (k=2)
	Temps de réponse rapide	1. Détermination de la constante de temps 2. Incertitude sur la correction du temps de réponse	Une nouvelle expérimentation en laboratoire est programmée dans la locaux de GRUAN
	Temps de réponse lent	1. Détermination de la constante de temps 2. Détermination de l'incertitude sur la correction du temps de réponse	Production d'un jeu de donnée en interne à Modem
Température de l'air	Dépendance à la température	1. Basé sur incertitude liée à la détermination de la température 2. Expérimentation en laboratoire de la dépendance en température	Besoin de développer une méthodologie et de réaliser les tests
	Calibration	Analyse de la production et/ou des mesures comparative lors de la préparation des vols	Mesures réalisées, en cours de rédaction
Altitude Géopotentielle	Effet radiatif	1. Expérimentation en laboratoire afin de déterminer une relation entre flux radiatif et réponse en température 2. Erreur liée à la correction	Une nouvelle expérimentation en laboratoire est programmée dans la locaux de GRUAN
	Incertitude constructeur	Donnée par le constructeur	$U_{(Alt/construct)} = 2.5\text{ m}$ (RMS)
Vent zonal et méridional	Variabilité au sol	Tests effectués au sol, avec ou sans simulateur GPS	Tests effectués, en cours de rédaction
	Transformation	Estimation du biais induit lors de la transformation de altitude géométrique en altitude géopotentielle	Besoin d'être rédigé
	Incertitude constructeur	Donnée par le constructeur	$U_{(v/construct)} = 0.05\text{ m.s}^{-1}$ (RMS)
	Variabilité au sol	Tests effectués au sol avec ou sans simulateur GPS	$U_{(v/stabilité)} \approx 0.1\text{ m.s}^{-1}$ (k=1) Besoin d'être confirmé
	Effet du lissage	Estimation de l'incertitude liée au lissage (balancement sonde)	En cours de rédaction

Références

GCOS-112, GCOS Reference Upper-Air Network (GRUAN): Justification, requirements, siting and instrumentation options - April 2007: https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3821
GCOS-171, The GCOS Reference Upper-Air Network (GRUAN) GUIDE. GCOS-171, Version 1.1.0.3, March 2013, WIGOS Technical Report No. 2013-03: http://library.wmo.int/pmb_ged/gcos_171.pdf
GCOS-138, Implementation plan for the global observing system for climate in support of the UNFCCC (2010 update), August 2010, https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3851
Dirksen, R. J., Sommer, M., Immler, F. J., Hurst, D. F., Kivi, R. and Vömel, H.: Reference quality upper-air measurements: GRUAN data processing for the Vaisala RS92 radiosonde, Atmos. Meas. Tech., 7(12), 4463–4490, doi:10.5194/amt-7-4463-2014, 2014.

Remerciements

Ce travail est possible grâce à l'engagement des partenaires Météo France, l'IPSL / CNRS et Meteomodem. Nous remercions également la communauté GRUAN et les infrastructures de recherche du DWD (Deutscher Wetterdienst) à Lindenberg.