

Analyse de données de la sonde MODEM M10 en vue de la certification GRUAN



V. Van Aalderen (IPSL/LMD) ; JC. Dupont (IPSL/UVSQ) ; G. Clain, C. Raux (MODEM)
Contact : jean-charles.dupont@ipsl.polytechnique.fr



OBJECTIFS – ENJEUX

Les objectifs principaux de mon stage sont de comprendre, analyser et certifier les mesures de la sonde MODEM M10.

Les sondes M10 et les algorithmes de traitements doivent répondre à un cahier des charges en termes de qualité de mesures très strict que le SIRTA, couplé à la station Météo-France souhaitent atteindre d'ici deux ans.

Je me suis alors focalisé sur 2 points :

- Compensation du biais sec du capteur capacitif mesurant l'humidité relative ;
- Correction de l'inertie thermique du capteur capacitif en sortie du robot-sonde ;

SPECIFICITE TECHNIQUES

La sonde M10 mesure toutes les secondes les profils de température, d'humidité relative et de vent.

Pour obtenir une humidité representative du milieu étudié, le capteur d'humidité doit être à la même température que l'air.

Le rayonnement solaire a cependant pour impact d'augmenter la température du capteur d'humidité. On note par la suite :

$$\Delta T = T_{\text{air}} - T_{\text{capteur capacitif}}$$

TEMPÉRATURE

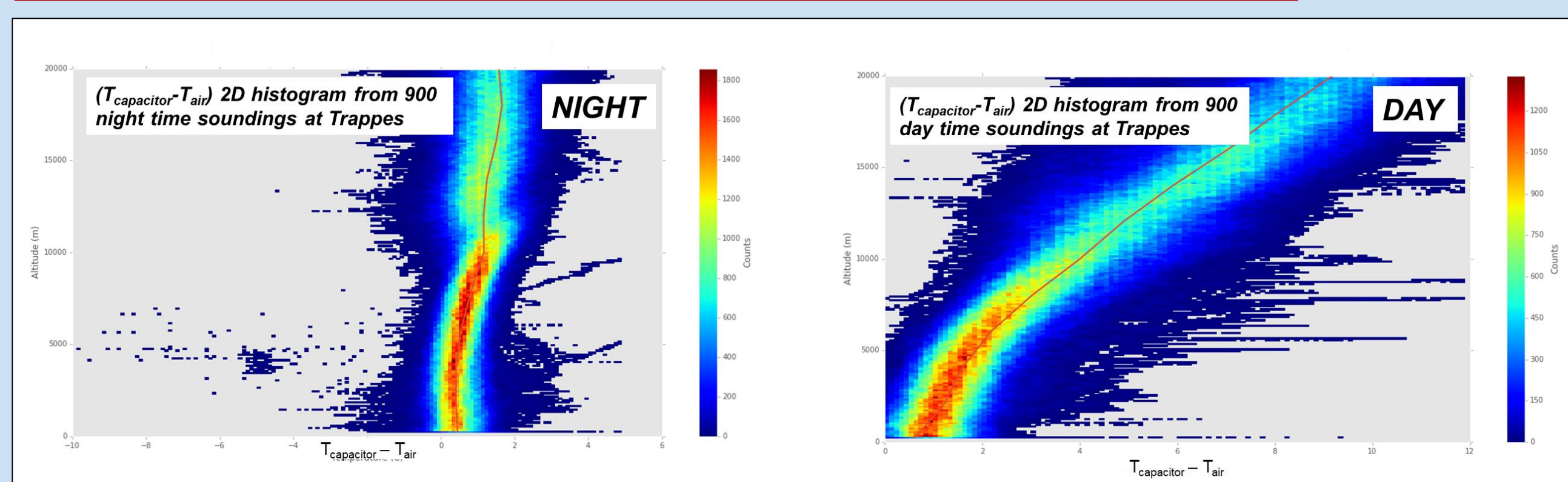
Type de capteur	: Thermistance
Plage de mesure	: +60° to -90°
Résolution	: 0.1°C
Précision absolue	: 0.5°C
Répétabilité	: 0.1°C
Reproductibilité	: 0.2°C
Temps de réponse	: <2s
Cadence de mesure	: 1 Hz

HUMIDITÉ

Type de capteur	: Condensateur
Plage de mesure	: 0% to 100%
Résolution	: 1%
Précision absolue	: 5%
Répétabilité	: 2%
Reproductibilité	: 2%
Temps de réponse	: <2s
Cadence de mesure	: 1 Hz

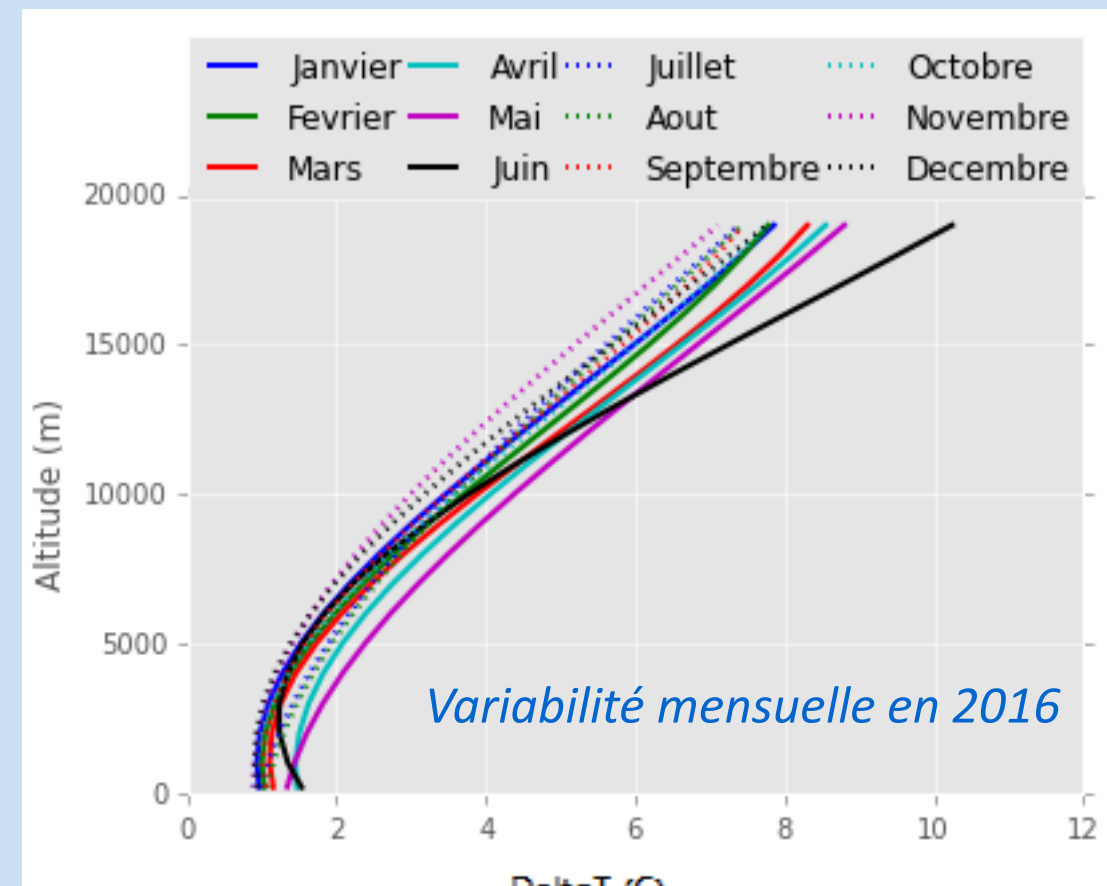
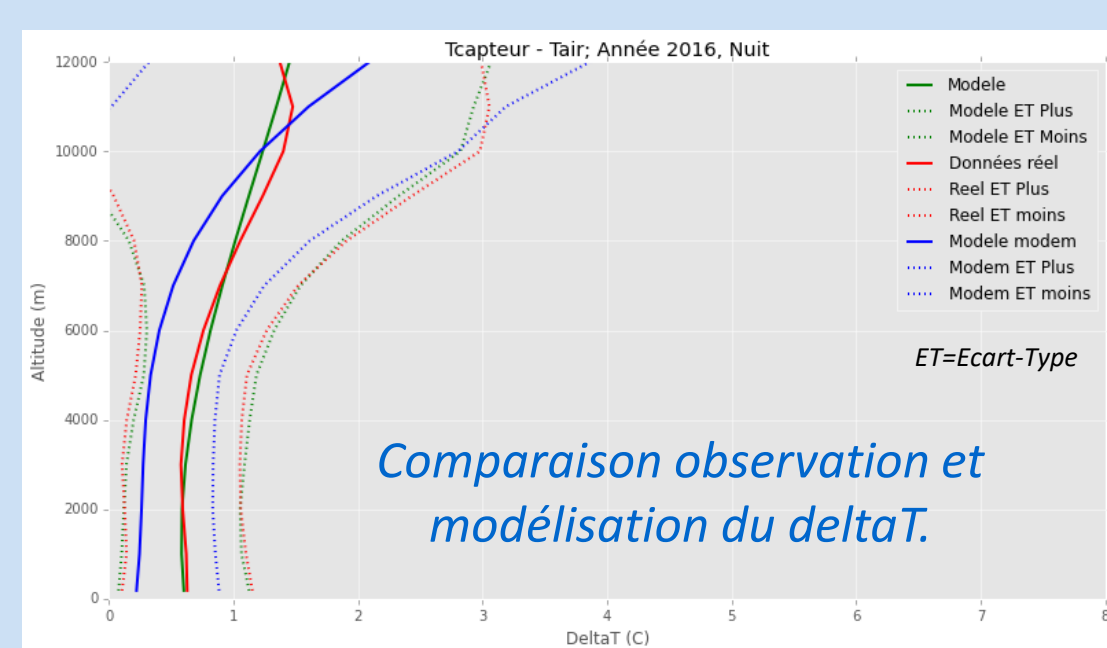
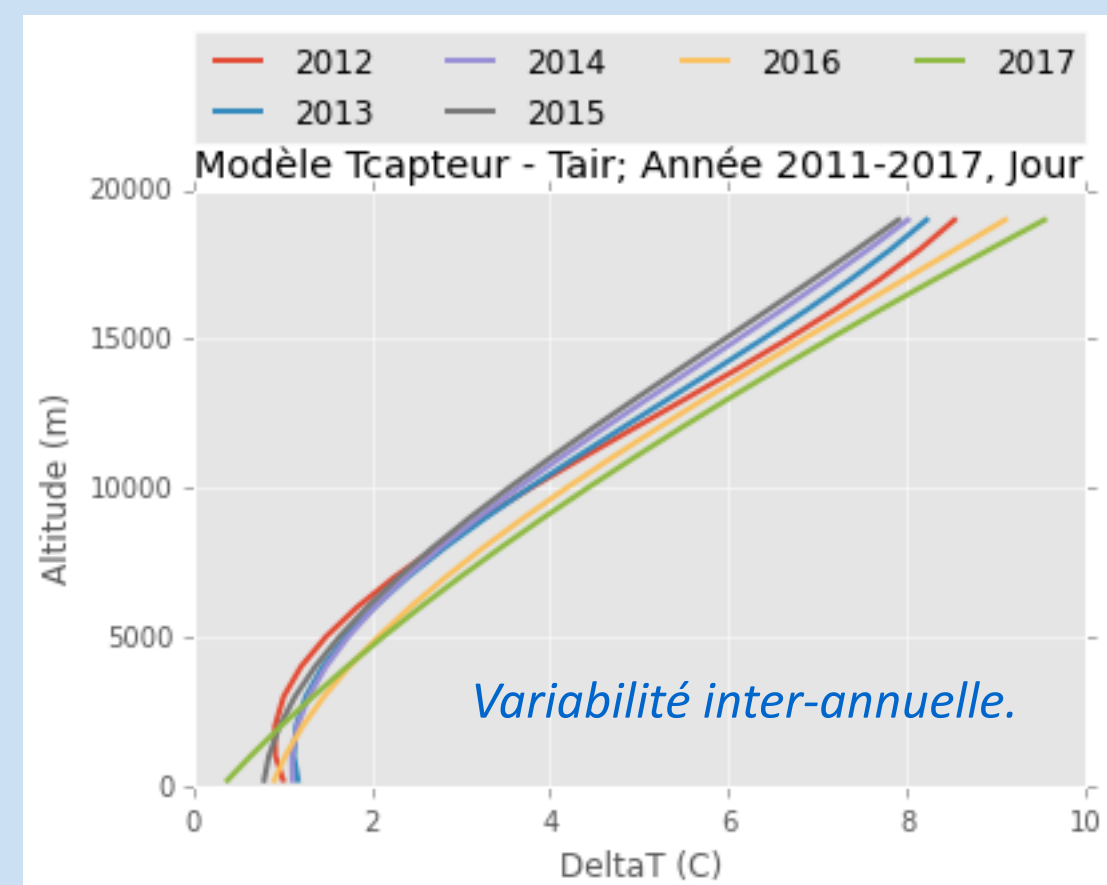
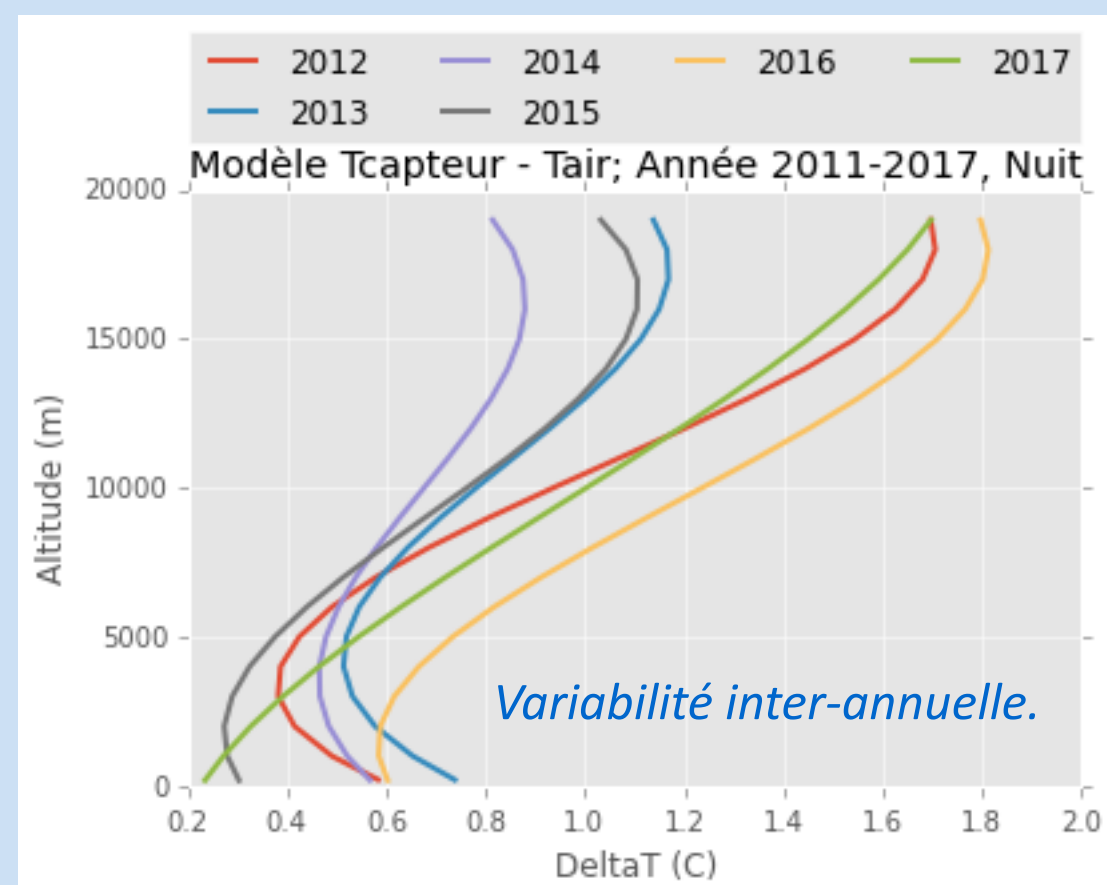


Compensation du biais sec : cas jour et cas nuit

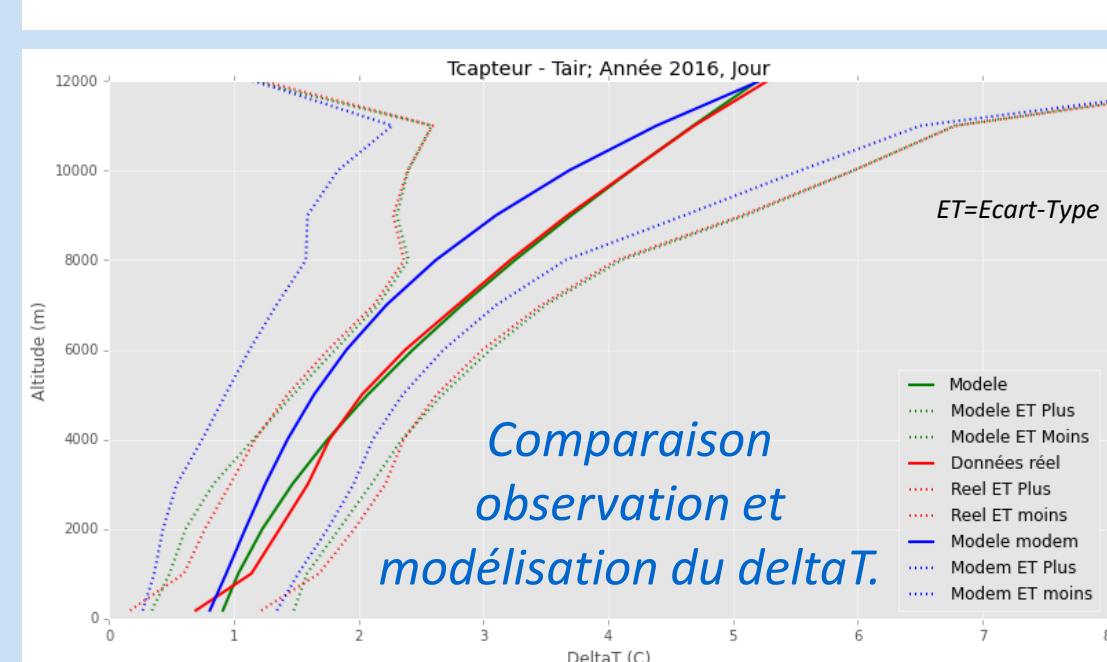
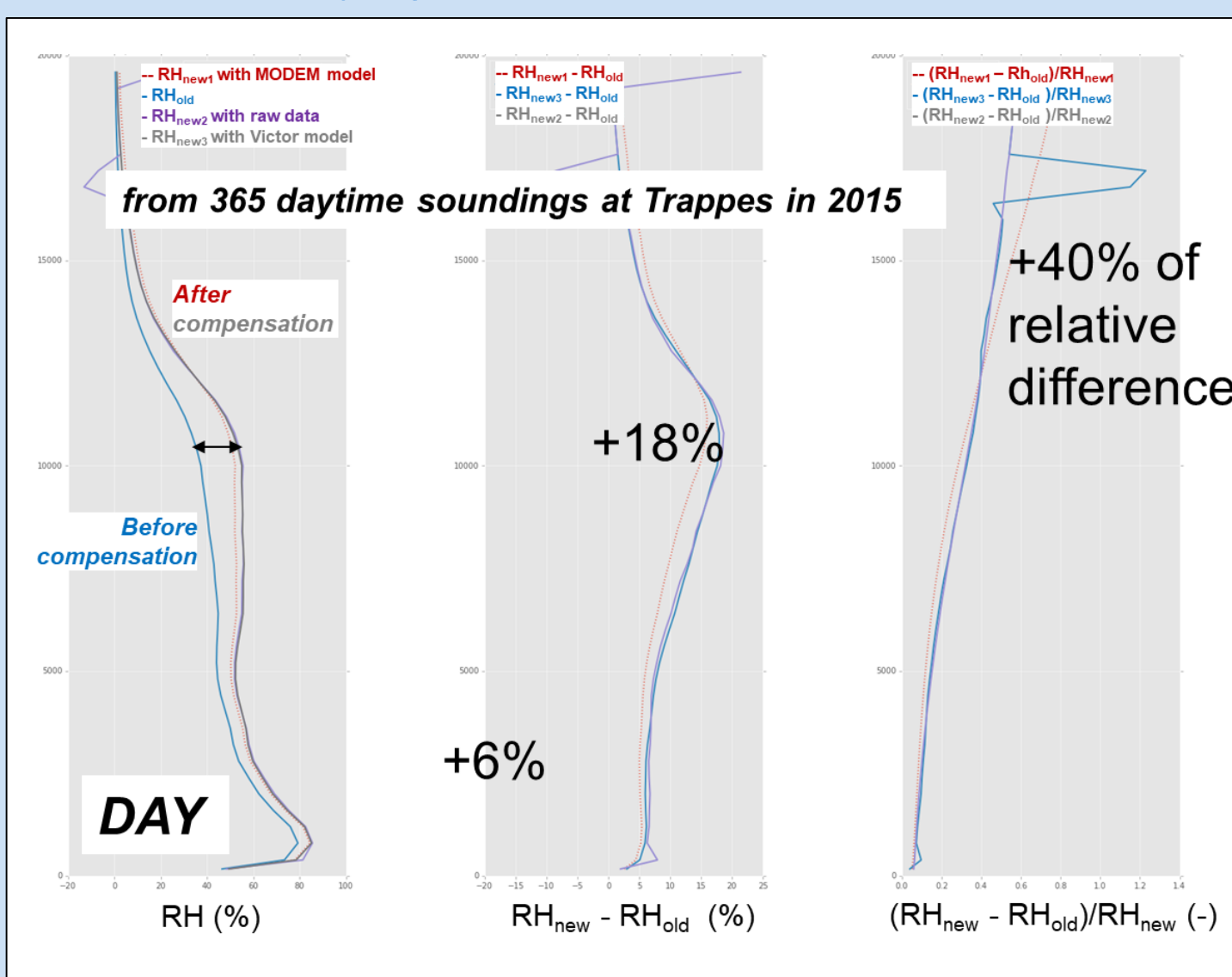


Modélisation de l'échauffement par un polynôme de degré 3.

$$\Delta T = a + b \times X + c \times X^2 + d \times X^3 \quad \text{Eq. 1}$$



Impact de la compensation en température sur le profil d'humidité relative.

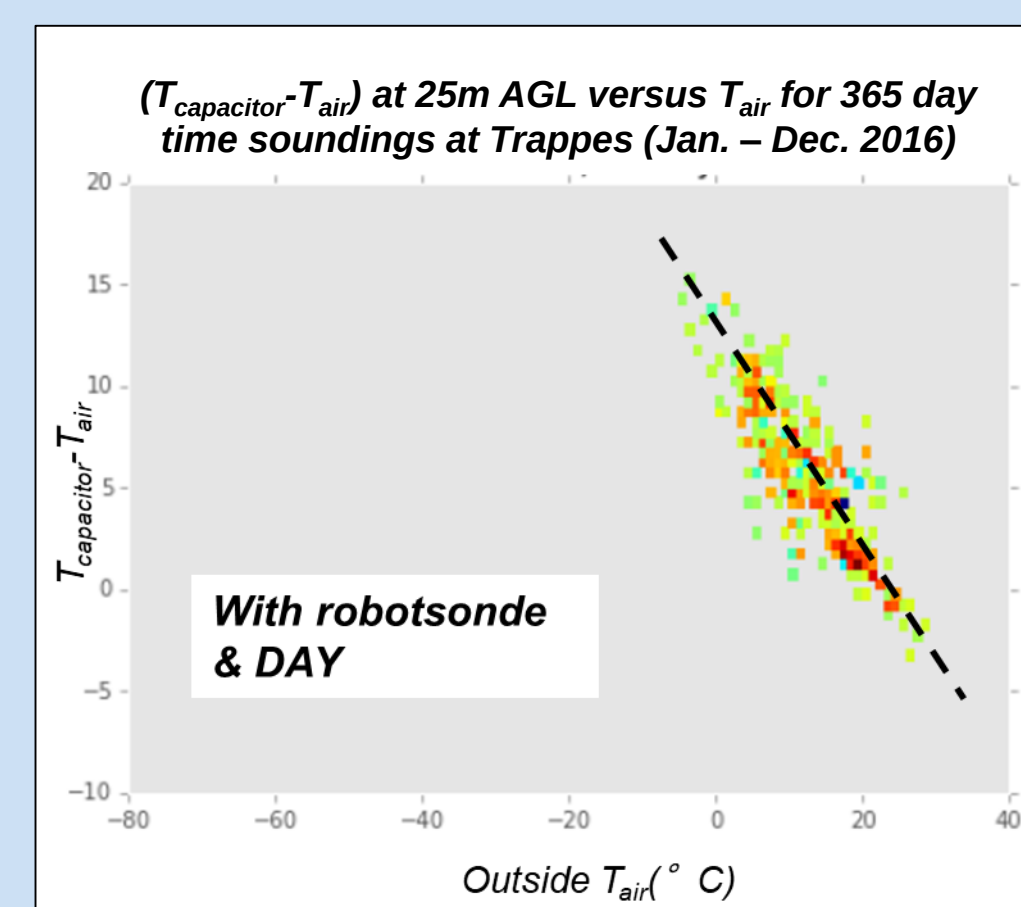
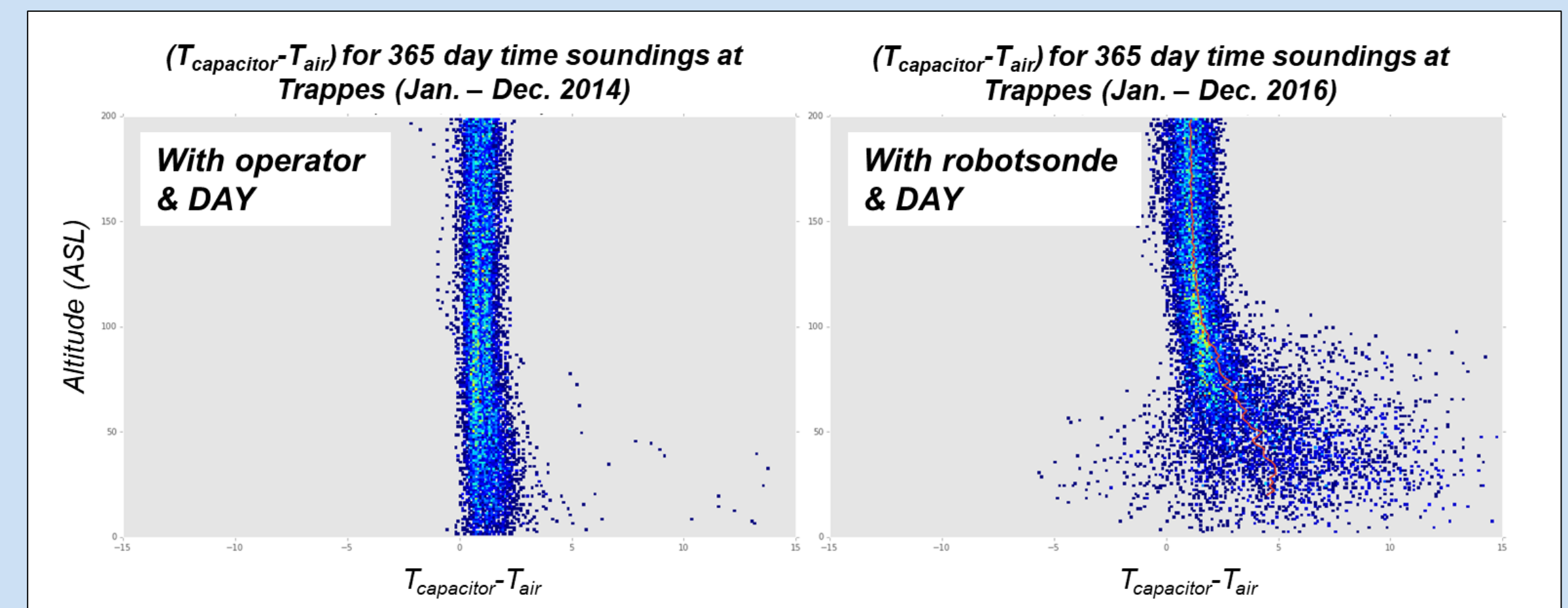


$$RH_{\text{new}} = RH_{\text{old}} \times \frac{e_{\text{sat}}(T_{\text{air}})}{e_{\text{sat}}(T_{\text{capteur}})} \quad \text{Eq. 2}$$

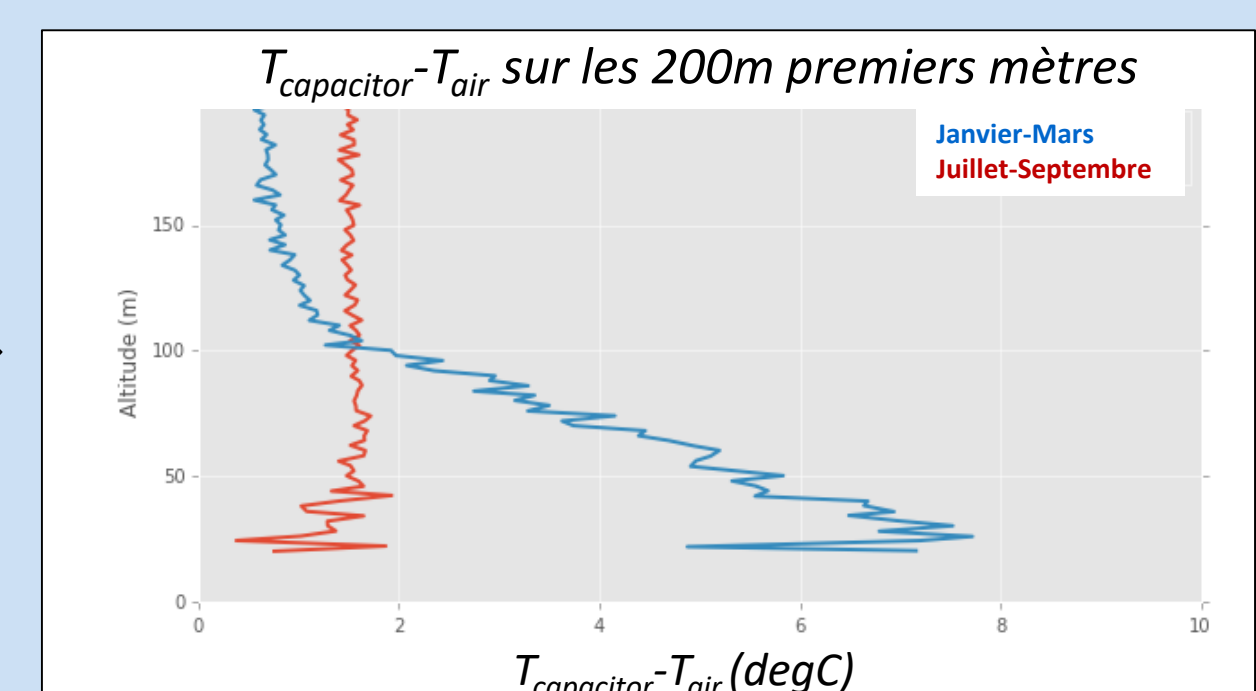
Le facteur correctif est le rapport des pressions de vapeur saturantes exprimées pour les températures de l'air et du capteur d'humidité.

Correction de l'inertie thermique en sortie de robot sonde

En avril 2015 un robot sonde a été mis en place à Trappes pour automatiser les lâchers des sondes M10. La variation brutale de température entre l'intérieur et l'extérieur du robot sonde, et l'inertie thermique du capteur d'humidité introduit une différence de température entre le capteur d'humidité et l'air pendant quelques secondes

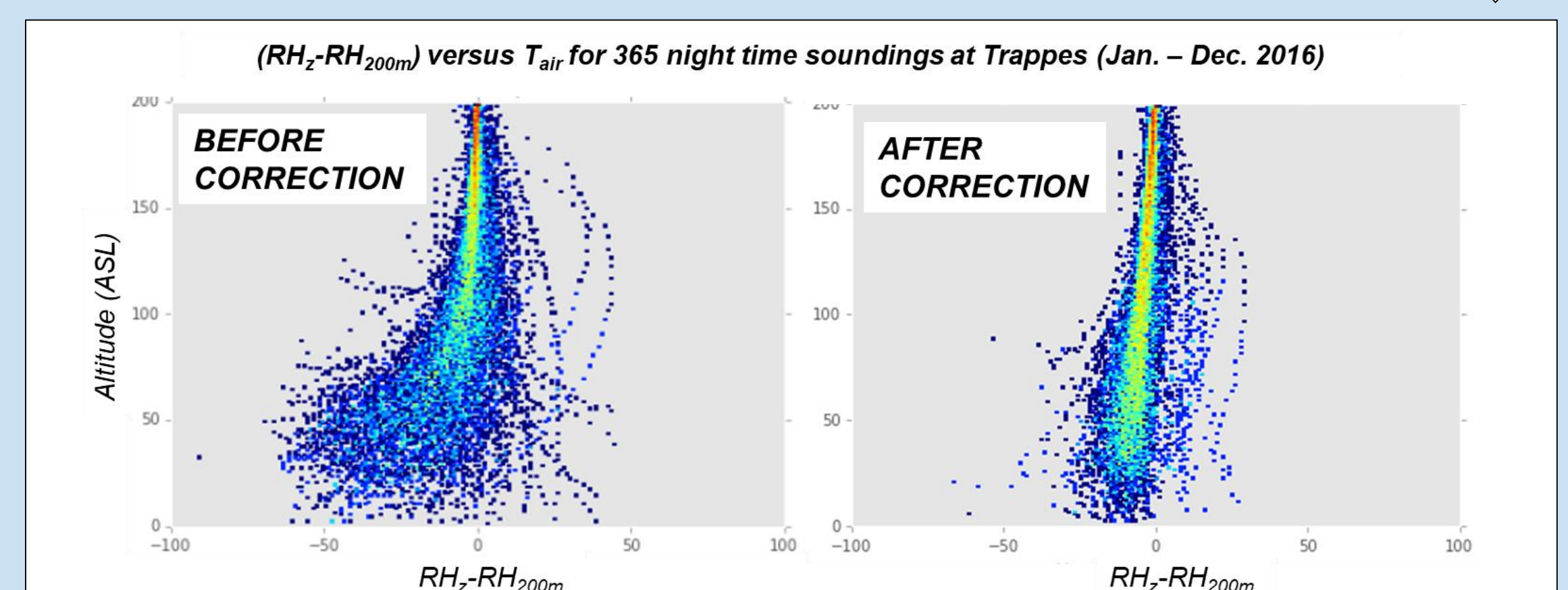


Relation entre l'inertie thermique ($T_{\text{capteur}} - T_{\text{air}}$) et la température de l'air extérieur (T_{air})



Impact nettement plus fort en hiver ($T_{\text{ext}} \ll T_{\text{int}}$).

$$RH_{\text{new}} = RH_{\text{old}} \times \frac{e_{\text{sat}}(T_{\text{air}})}{e_{\text{sat}}(T_{\text{capteur}})} \quad \text{Eq. 2}$$



Effet très positif de la correction (Eq. 2) sur le profil vertical d'humidité relative dans les 200 premiers mètres de son vol. Correction appliquée dans le logiciel EOSCAN actuel