



Etude de la variabilité de l'humidité atmosphérique et suivi de l'humidité des sols par GPS en vue de l'amélioration des pratiques agricoles.

J. Van Baelen¹, G. Meunier^{1,2}, B. Presset^{1,2}, A. Beaudan¹, L. Takouti¹,
L. Morel², S. Durand², D. Boisgontier³, E. Vivier⁴, A. Chauzy⁵

(1)LaMP, Clermont Ferrand, (2) ESGT, Le Mans,
(3) CAP-2020, Gironville sur Essone, (4) ISEP, Paris, (5) INRA, Avignon

CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Dans un contexte de limitation des intrants (fertilisants, produits phytosanitaires, ...) et de la consommation d'eau, la connaissance de l'humidité atmosphérique de basse couche et du suivi de l'humidité des sols est un atout important pour l'amélioration des modèles agricoles de précision qui régissent l'irrigation et les usages d'engrais et des produits pesticides afin d'optimiser la croissance des cultures et le contrôle des maladies.

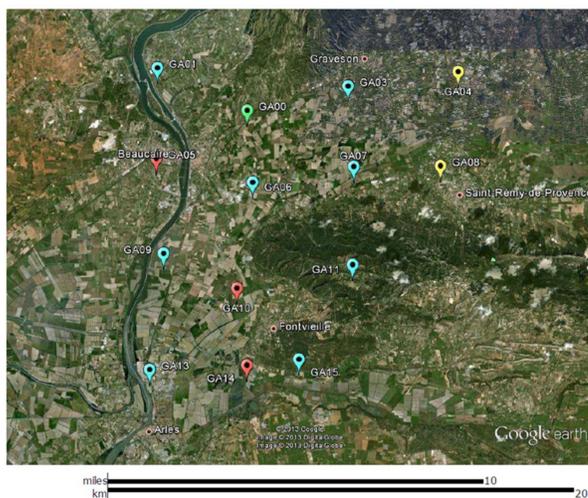
Il est maintenant établi que le GPS (et les systèmes GNSS en général) permet la mesure de l'humidité atmosphérique (contenu intégré de vapeur d'eau) avec une grande précision, une bonne résolution temporelle et une forte autonomie (robustesse de la mesure, tout temps, ...). De même, lorsqu'un réseau GPS adéquat est disponible, le champ de vapeur d'eau atmosphérique 3-D peut être reconstruit par des techniques de tomographie.

Enfin, dans une configuration spécifique, il est également possible de mesurer la réflexion des ondes GPS au sol, ce qui permet de suivre l'évolution de l'humidité du sol.

Campagne GNSS-AGri:

A l'issue de simulations sur atmosphères synthétiques, les recommandations suivantes ont été considérées pour l'implémentation terrain (juin – novembre 2013) et l'élaboration de la stratégie expérimentale en vue de restituer le champ de vapeur d'eau à fine échelle spatiale

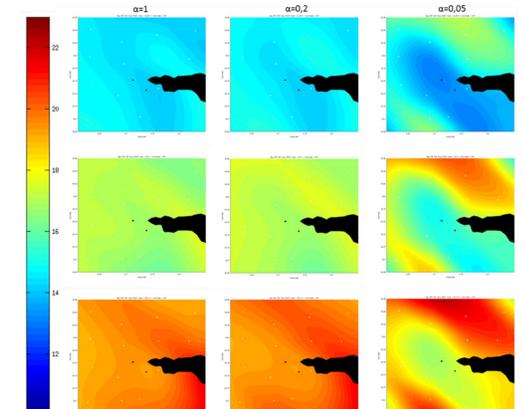
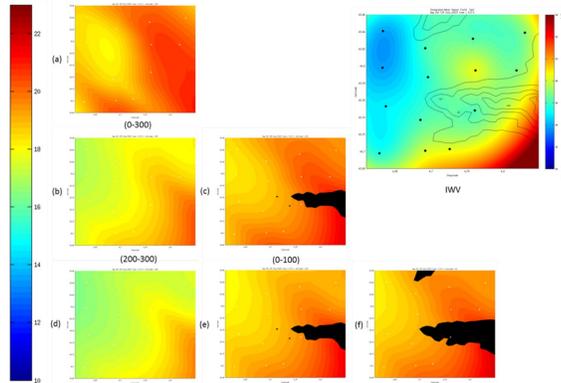
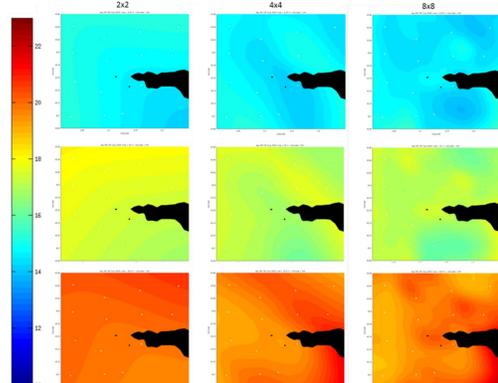
- Réseau orthogonal le plus régulier possible... mais avec les contraintes inhérentes au terrain
- Maillage de stations le plus fin possible, mais en cohérence avec le coût, ainsi un compromis de 4 kilomètres a été défini.
- Taille des voxels correspondant à la séparation moyenne entre stations, dans certains cas cependant (configuration de satellite peu homogène), une résolution plus fine est avantageuse, mais au prix d'un temps de calcul nettement accru.
- Utiliser un nombre élevé de niveaux d'altitude avec une plus forte résolution dans les basses couches... Toutefois, une limite est atteinte dans les basses couches lorsque les voxels vides de rais sont trop nombreux.
- Définir des paramètres d'analyse (α principalement) qui donne plus de poids aux données GPS dans l'inversion par rapport à l'initialisation, tant que cela n'engendre pas d'instabilité numérique du fait de l'importance des voxels vides.



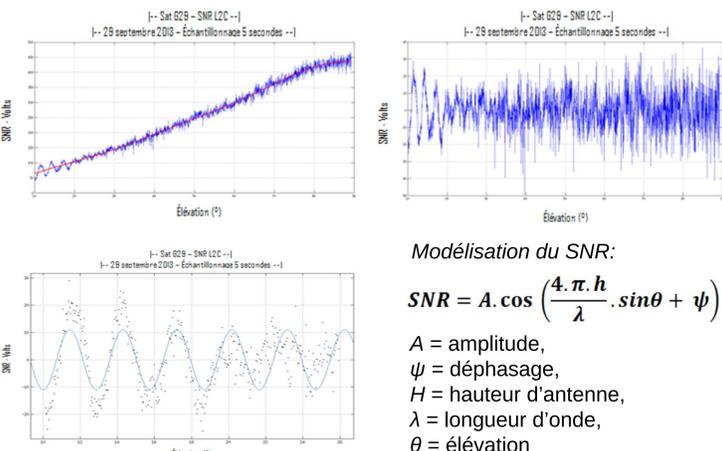
L'utilisation d'une résolution au moins égale à la distance moyenne inter-stations apporte une restitution fine du champ de vapeur d'eau, tandis que l'usage d'un plus grand nombre de voxels semble fournir plus de détails mais est peut-être plus sensible à des effets de bords vu la faible étendue du réseau

La résolution verticale la plus fine offre une excellente restitution de la variabilité en basse couche pour le suivi de l'humidité atmosphérique près du sol. C'est notable si l'on compare les différentes sous-couches entre des résolutions de 300, 100 et 50 mètres, mais c'est encore plus marqué si l'on compare les résultats de la tomographie à la cartographie de l'IWV.

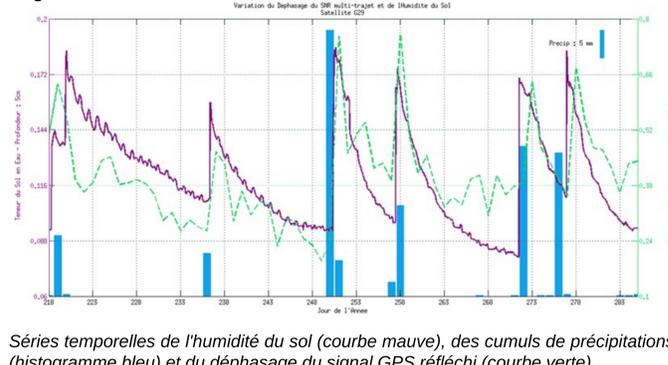
Il est important de donner un poids important aux observations par opposition à l'initialisation (paramètre α compris entre 0.3 et 0.1) sans toutefois devenir extrême car cela entraîne des instabilités numériques évidentes



Suivi de l'humidité du sol:



Il existe une forte corrélation entre humidité du sol et déphasage du signal GPS réfléchi: phases d'humidification et d'assèchement bien mises en évidence. De même, il existe une forte corrélation entre sursaut de déphasage et précipitations. Toutefois des estimations quantitatives ne semblent pas envisageables à ce stade.



	r1	r2	r3	r4
	$\Psi - \bar{H}_{24h}$	$\Psi - \bar{H}_{pas}$	$\Delta\Psi - \Delta\bar{H}_{24h}$	$\Delta\Psi - \Delta\bar{H}_{pas}$
G05	0,62	0,64	0,69	0,71
G29	0,65	0,69	0,71	0,77

