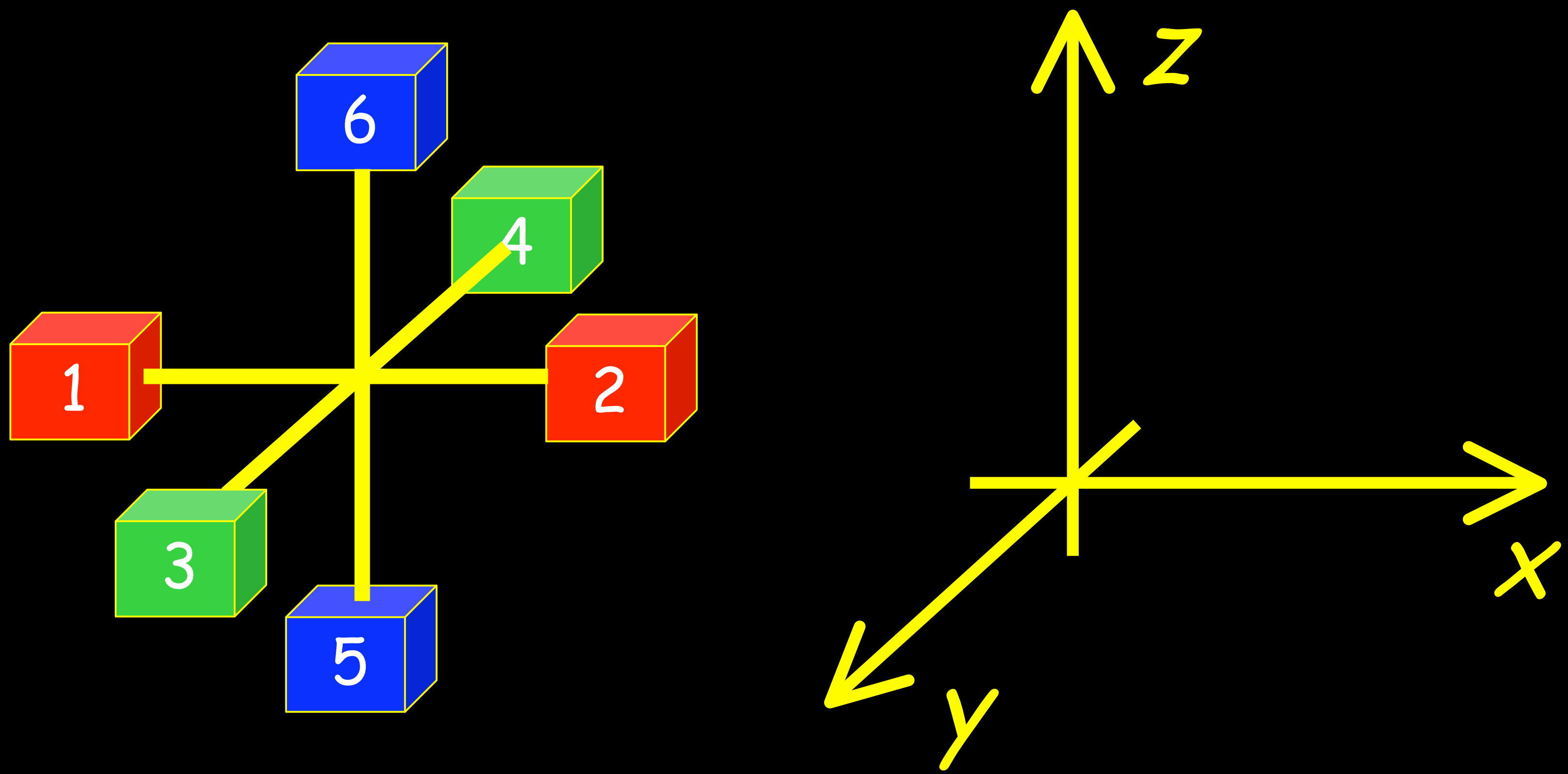
Débruitage des gradients de pesanteur ; application à des données marines.

G. Pajot, O. de Viron,
M. Diament, M.-F. Lalancette, V.O. Mikhailov



$$T = \frac{1}{L}\begin{bmatrix} w_x^2 - w_x^1 & w_y^2 - w_y^1 & w_z^2 - w_z^1 \\ w_x^4 - w_x^3 & w_y^4 - w_y^3 & w_z^4 - w_z^3 \\ w_x^6 - w_x^5 & w_y^6 - w_y^5 & w_z^6 - w_z^5 \end{bmatrix}$$

Contexte

- La mesure de gradient donne accès aux hautes fréquences (filtrées par la gravimétrie).
- La correction du bruit est surtout difficile pour les hautes fréquences.
- Classiquement: on fait des hypothèses sur le comportement spectral du bruit, et on filtre.
- Problème, il y a aussi du signal intéressant qui est perdu, surtout pour les gradients.

Principe de la méthode

- Utiliser le fait que les gradients et la pesanteur sont générés par le même système de sources, qui crée un potentiel gravitationnel dont ils dérivent.

$$\frac{\partial g_z}{\partial x_k} - T_{zk} = 0$$

$$\frac{\partial T_{ij}}{\partial x_k} - \frac{\partial T_{kj}}{\partial x_i} = 0$$

Relations linéaires

Principe de la méthode

- Hypothèse: le bruit est tout et uniquement ce qui ne vérifie pas ces relations.
- Cette hypothèse est déjà utilisée en partie

$$Tr(T)=0$$

Mais uniquement les termes diagonaux

Or, les termes non-diagonaux sont

Méthode

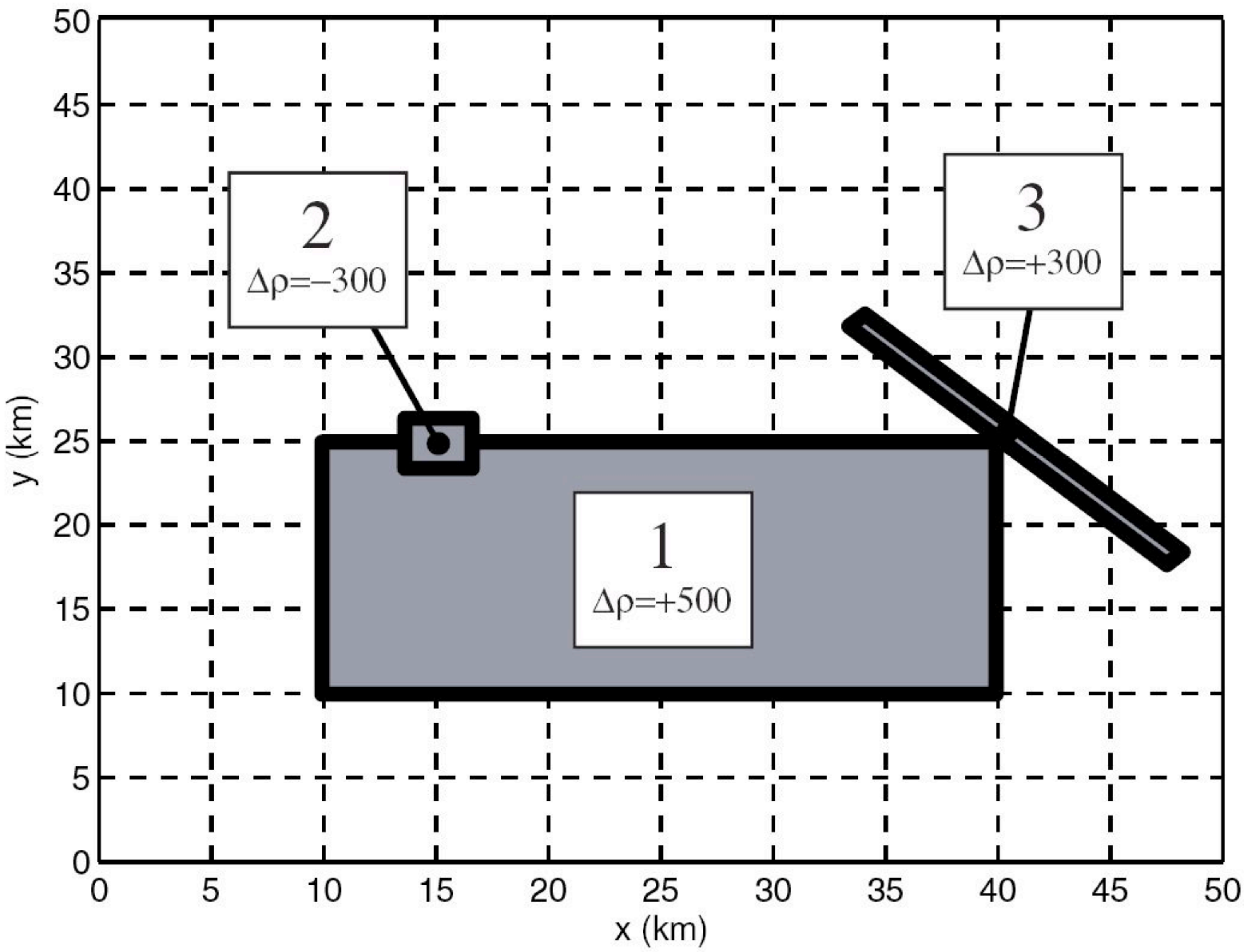
Ajustement par moindres carrés de

$$R = \sum_{observ.} \sum_{k} \sum_{l} \left(T_{kl}^{R} - T_{kl}^{M}\right)^2 + (g_z^R - g_z^M)^2 + \text{Contraintes}^2$$

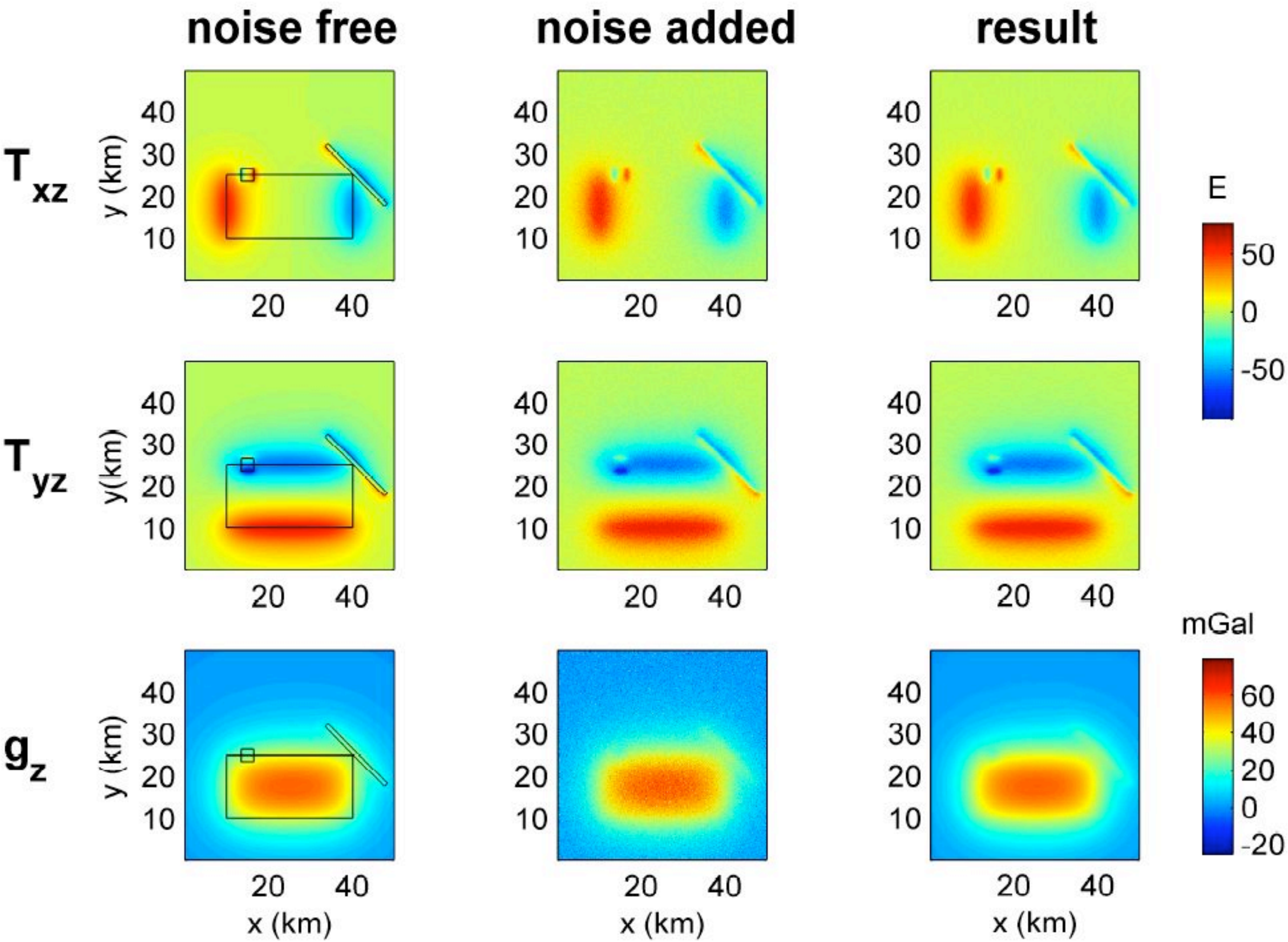
sur cinq composantes indépendantes du tenseur gradient et *gz*.

Les contraintes sont exprimées comme des combinaisons linéaires entre les composantes.

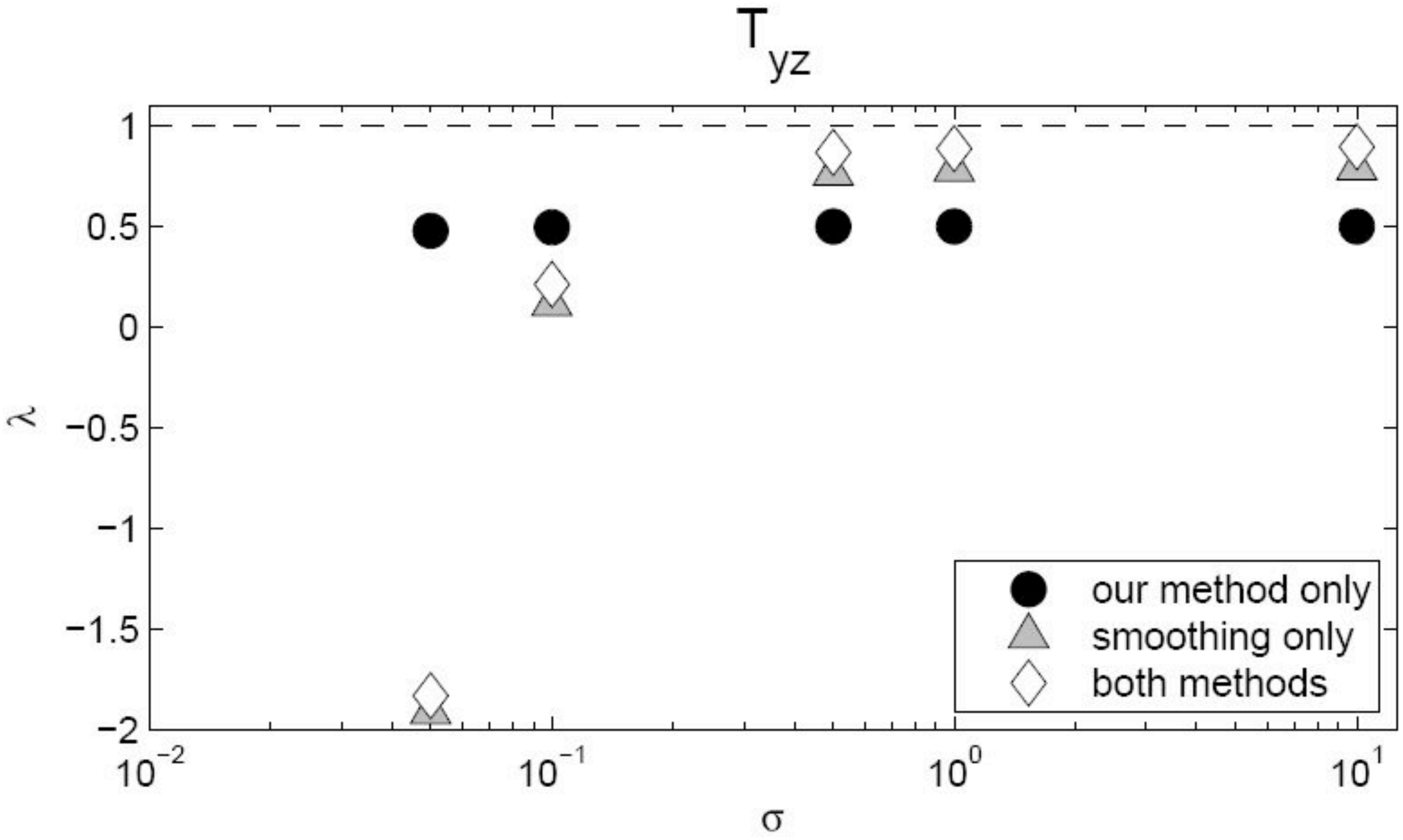
- On déduit les valeurs du tenseur et de *gz* aux points de mesure



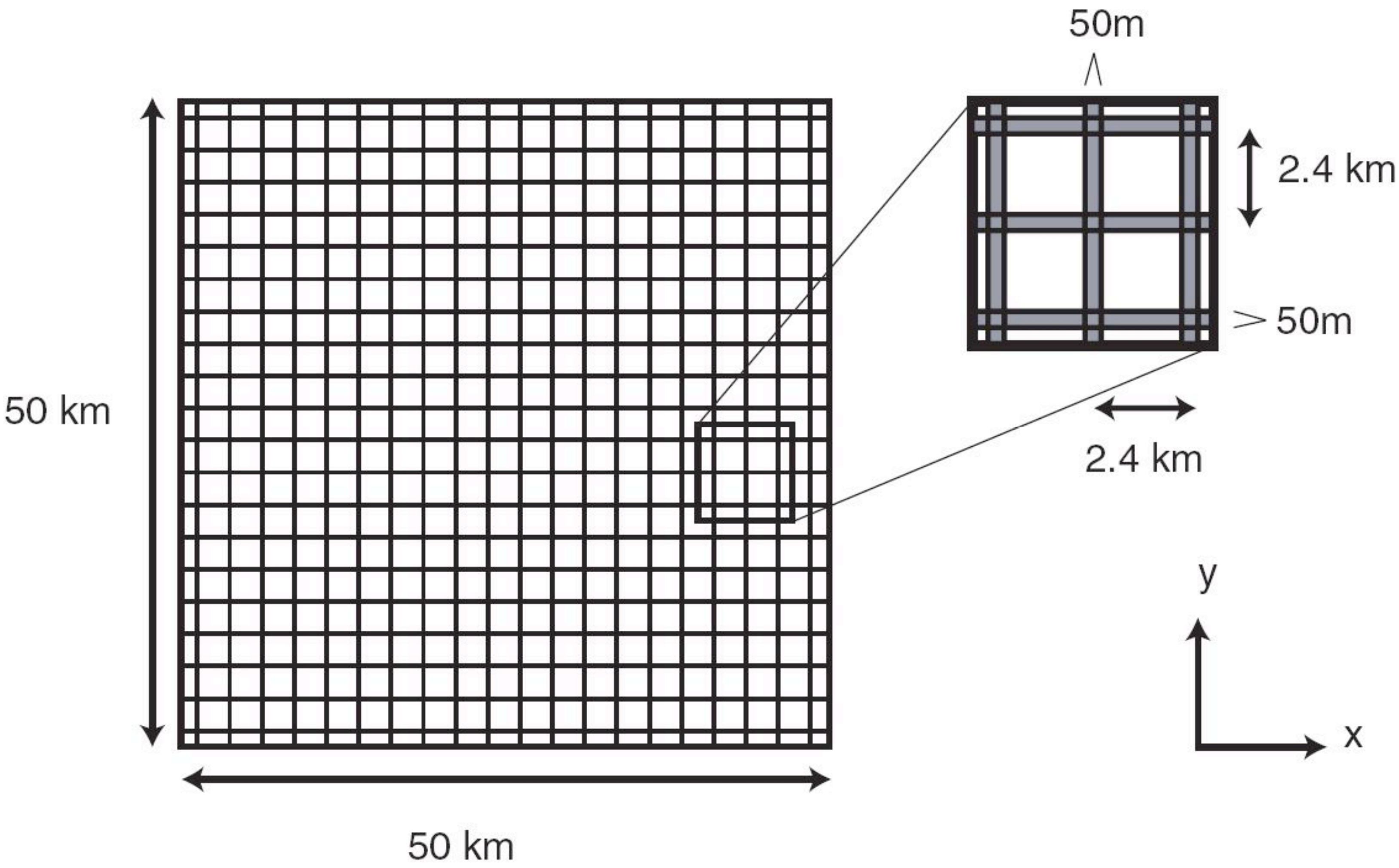
2
Δρ=−300
3
Δρ=+300
1
Δρ=+500
y (km)
x (km)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

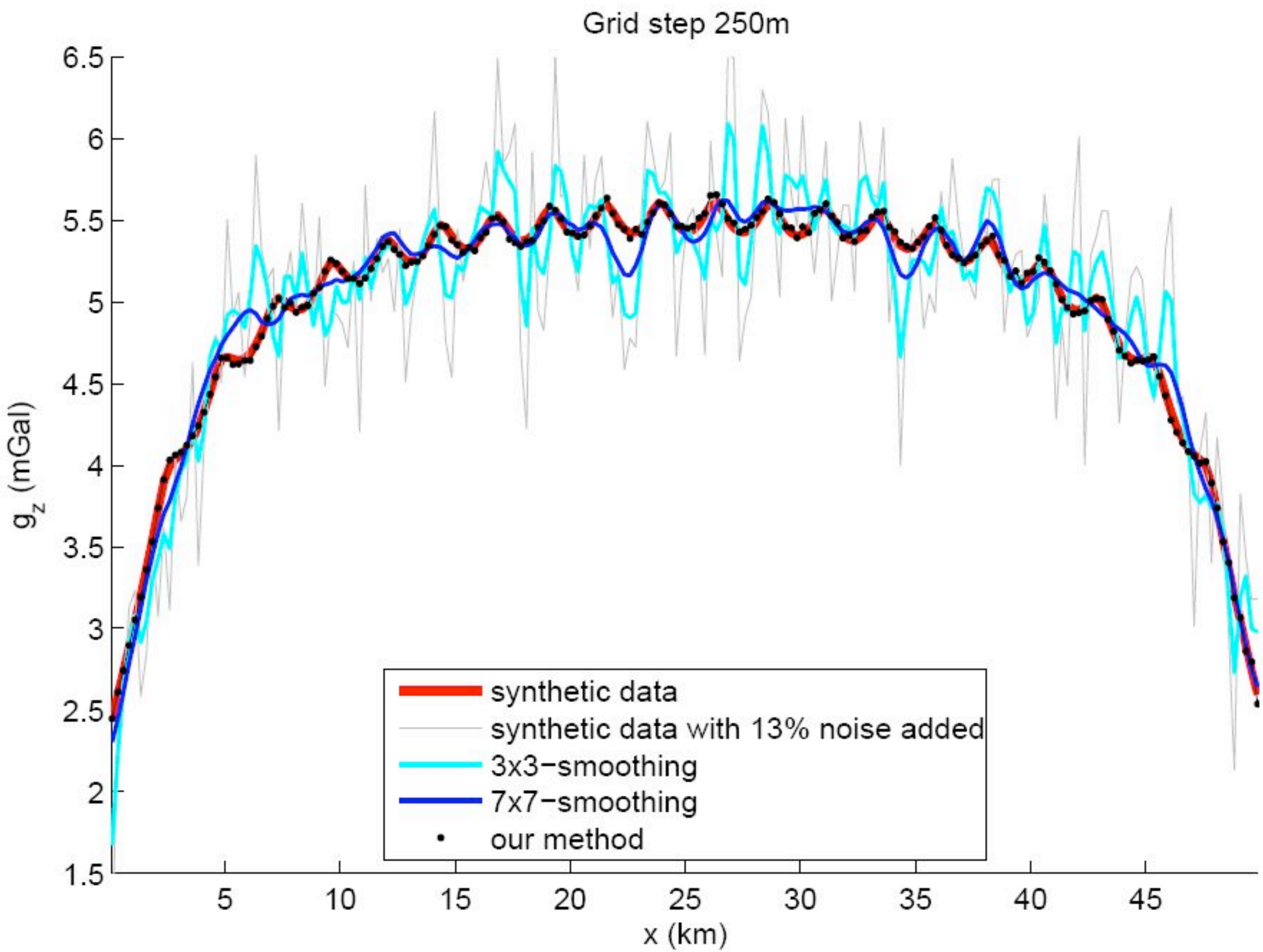


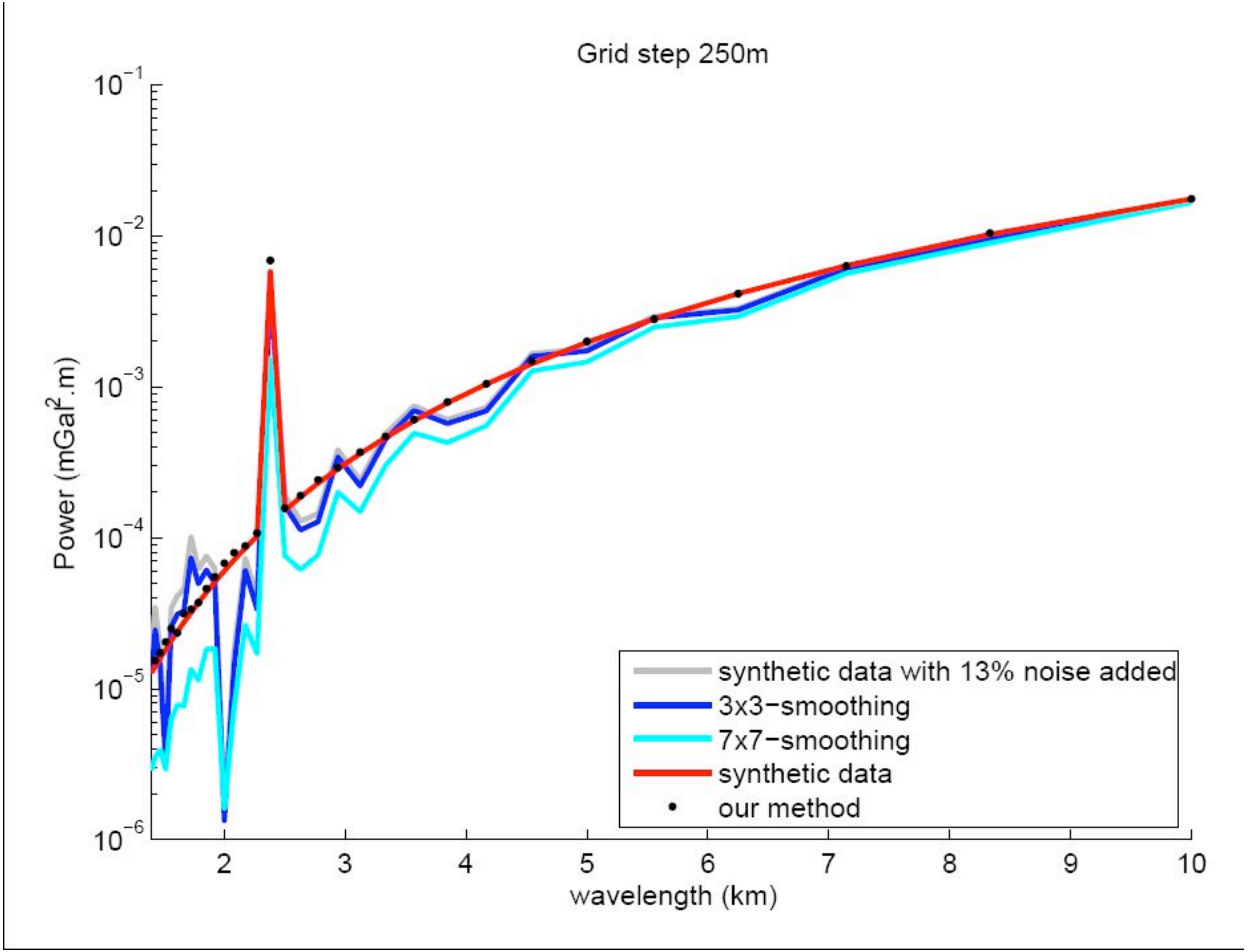
noise free
noise added
result
T_{xz}
T_{yz}
g_z
y (km)
x (km)
E
mGal
50
0
-50
60
40
20
0
-20



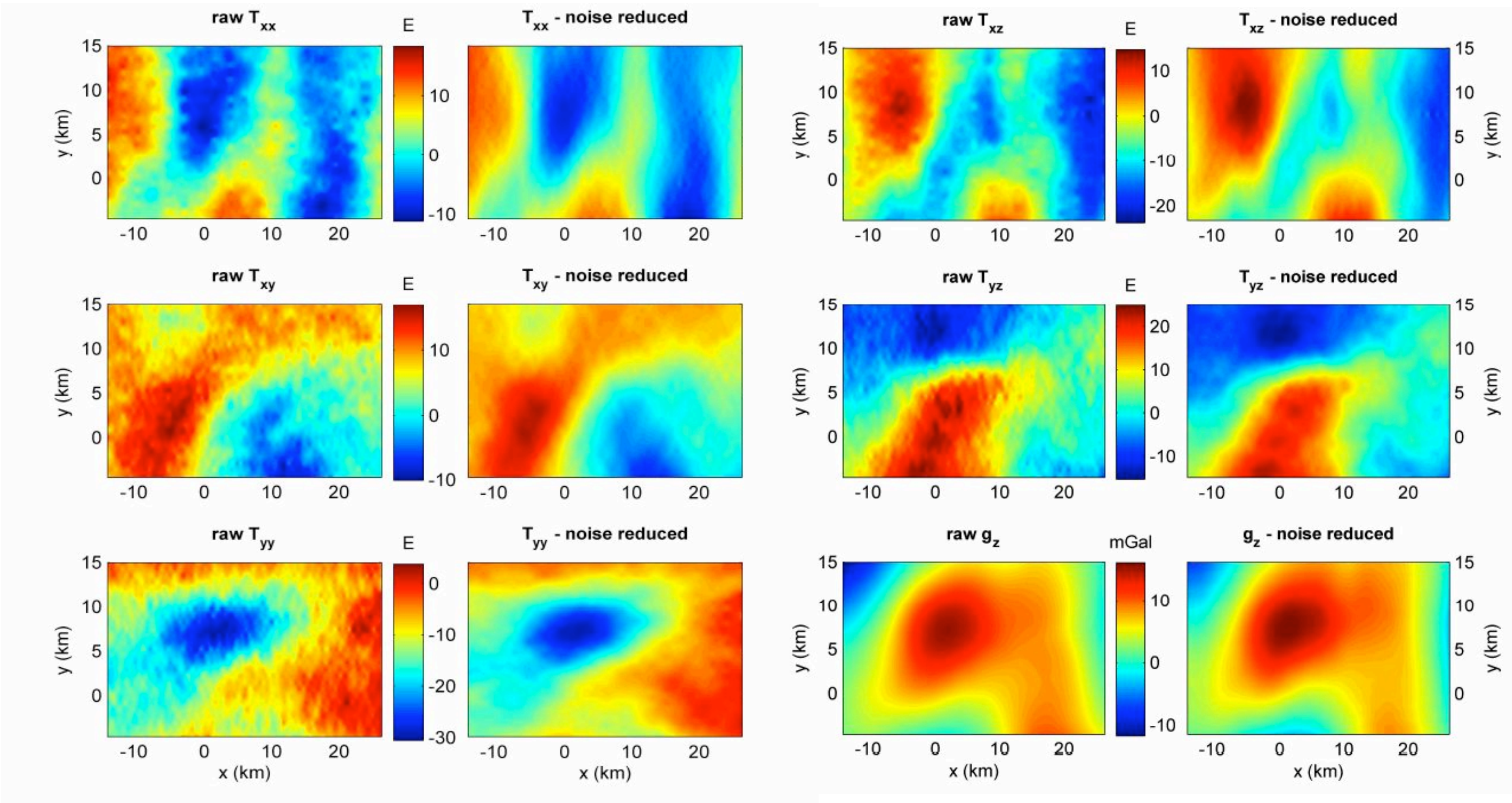
$$\lambda = \frac{\sigma^2_{X_M - X_0} - \sigma^2_{X_R - X_0}}{\sigma^2_{X_M - X_0}}$$


50m
2.4 km
50m
2.4 km
50 km
50 km
y
x

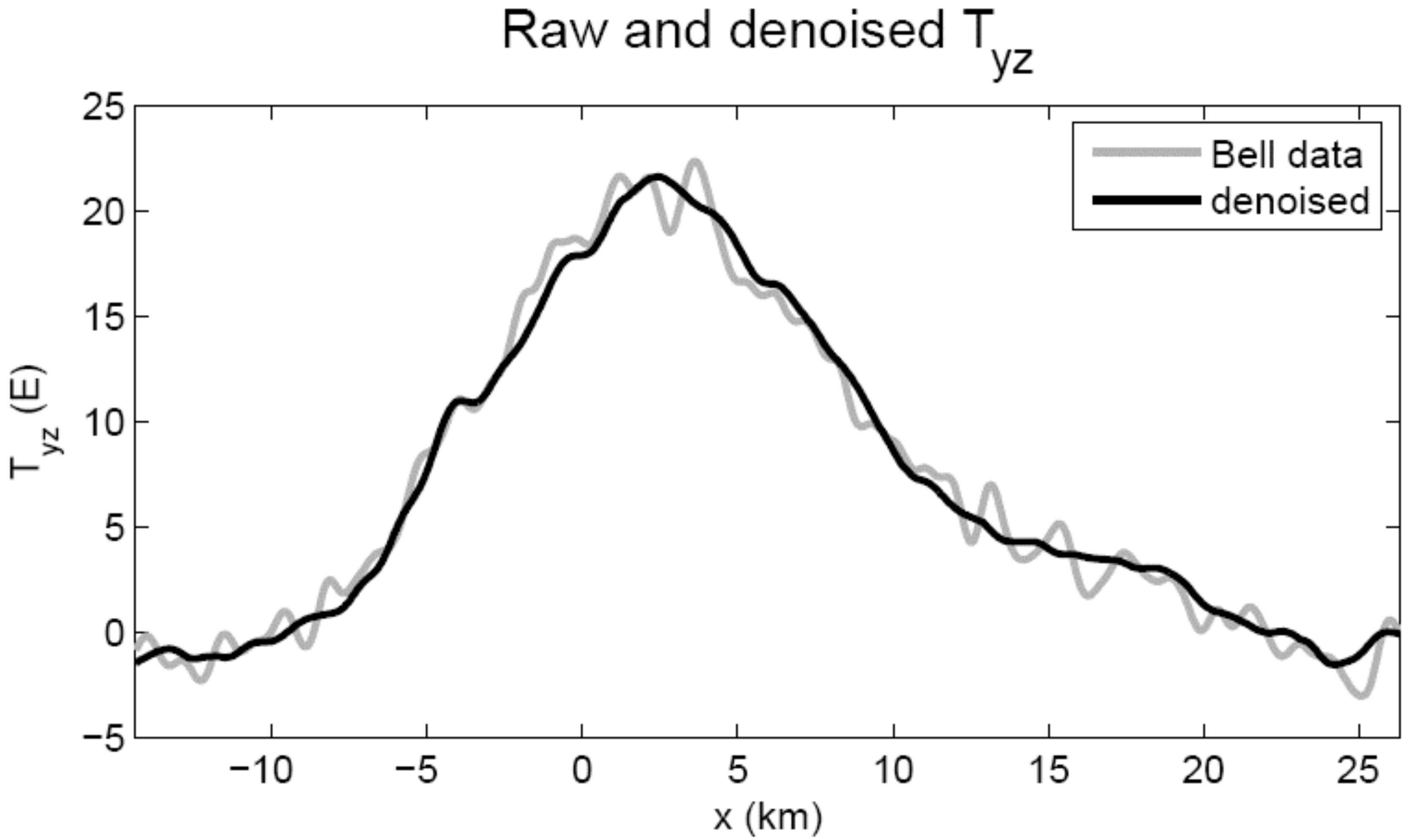

Grid step 250m
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
g_z (mGal)
5
10
15
20
25
30
35
40
45
x (km)
synthetic data
synthetic data with 13% noise added
3x3−smoothing
7x7−smoothing
our method


Grid step 250m
Power (mGal^2.m)
wavelength (km)
synthetic data with 13% noise added
3x3−smoothing
7x7−smoothing
synthetic data
our method

Application à des données réelles



Application à des données réelles



Conclusions

- La méthode corrige 2/3 du bruit, indépendamment du niveau de bruit.
- Selon la méthode de dérivée, le pas de la grille,… la répartition de la correction sur les composantes change.
- La méthode fonctionne avec une égale réussite, indépendamment du contenu spectral du signal (sauf proche de la fréquence de Nyquist).
- Comme elle ne corrige pas la même chose que le lissage, les deux méthodes peuvent être utilisées ensemble.