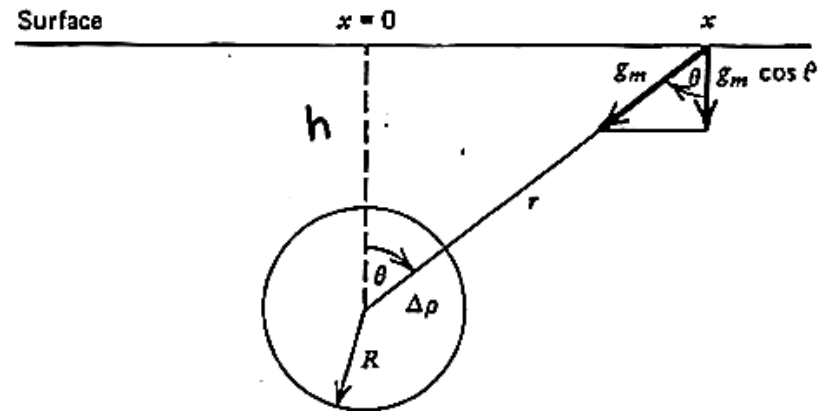


## Anomalie de gravité due à une sphère enterrée (1)

Une sphère de rayon  $R$  et qui représente une anomalie de densité  $\Delta\rho$  a :

Un volume  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$

Une masse  $M = \Delta\rho V$

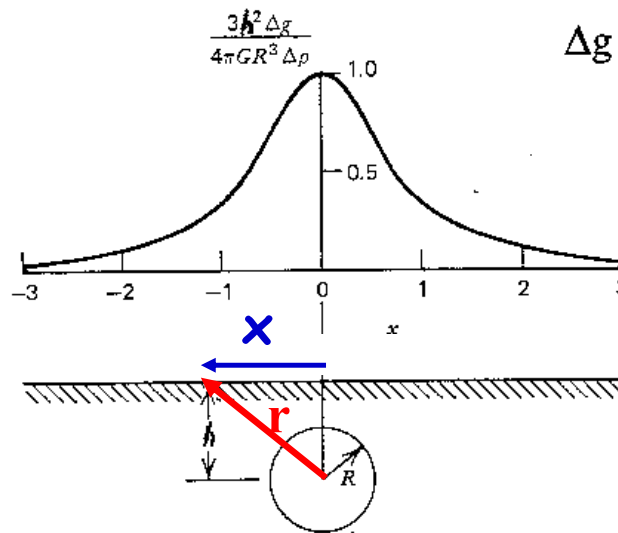


Le champ  $g_M$  créé par la sphère à une distance  $r$  ( $r \gg R$ ) vaut donc:

$$g_M = \frac{4\pi G R^3 \Delta\rho}{3r^2}$$

## Anomalie de gravité due à une sphère enterrée (2)

En première approximation, le champ terrestre  $g$  est perpendiculaire à la surface considérée plane. On considère donc l'anomalie verticale créée par la sphère.



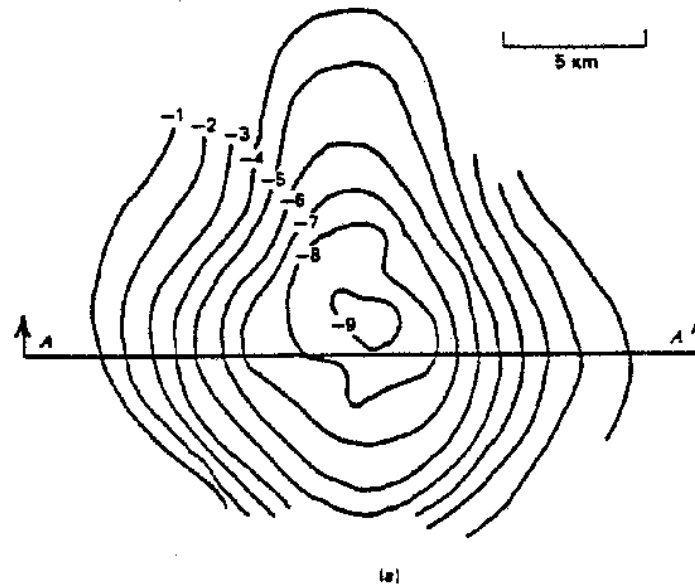
$$\Delta g = g_M \cos \theta = g_M \frac{h}{r}$$

$$= g_M \frac{h}{\sqrt{h^2 + x^2}}$$

$$= \frac{4 \pi G R^3 \Delta \rho}{3} \frac{h}{(h^2 + x^2)^{3/2}}$$

## Anomalie de gravité due à une sphère enterrée (3)

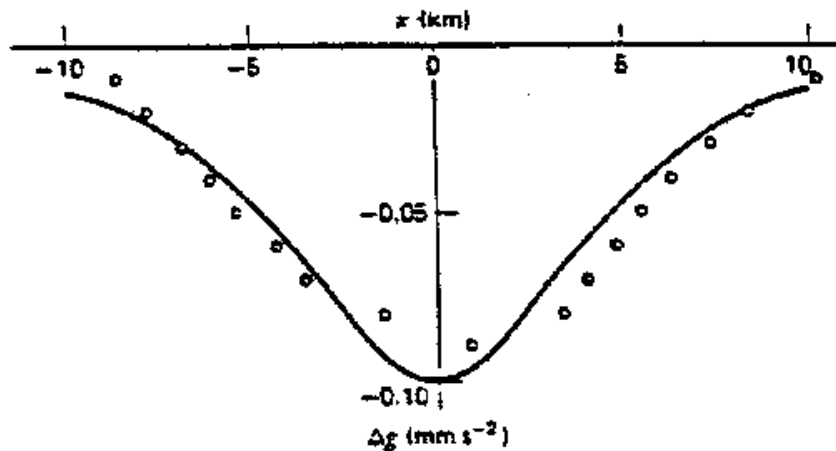
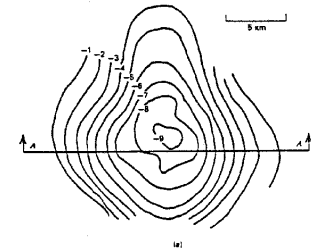
les courbes de niveaux des anomalies de gravité mesurées au dessus d'un dôme de sel enterré (Texas)



## Anomalie de gravité due à une sphère enterrée (3)

Modèle calculé avec les valeurs:

$$\Delta g_{\max} = \frac{4\pi GR^3 \Delta\rho}{3h^2} = 0.1 \text{ mm/s}^2 \text{ et } \underline{h = 6 \text{ km}}$$

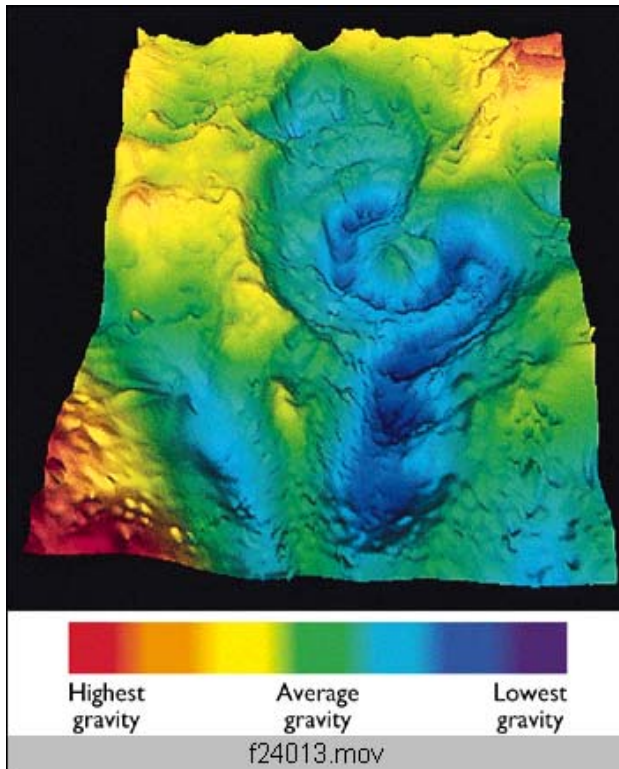


La densité du sel ( $2200 \text{ kg/m}^3$ ) par rapport aux sédiments ( $2000 \text{ kg/m}^3$ )

$$\Rightarrow \Delta\rho \sim 200 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow \underline{R \sim 4 \text{ km}}$$

# Cratère d'impact



- Mise en évidence d'un cratère d'impact météoritique vieux de 65Ma dans le Yucatan (Mexique) par la méthode gravimétrique

## Réduction des mesures de gravité: Correction latitudinale

le **champ de gravité (g)** varie à la surface de la Terre:

-À cause de l'aplatissement: on est plus ou moins loin du centre de la Terre

-À cause de la rotation: la force centrifuge est plus forte à l'équateur qu'aux pôles

**Tout cela dépend de la latitude.**

$$\text{Au 1}^{\text{er}} \text{ ordre: } \mathbf{g_0} = \frac{GM}{R^2} \left( 1 + \underbrace{\frac{3}{2} J_2 \cos^2 \theta}_{\text{aplatissement}} \right) + \underbrace{R\omega^2 (\sin^2 \theta - \cos^2 \theta)}_{\text{rotation}}$$

$$\text{En GRS67: } \mathbf{g_0} = 9.78031846 (1 + 0.005278895 \sin^2 \theta + 0.000023462 \sin^4 \theta)$$

L'anomalie réduite sera donc la valeur mesurée **moins** cette valeur  $\mathbf{g_0}$  de référence.

## Réduction des mesures de gravité: **Altitude ou Air libre**

le **champ de gravité (g)** varie en fonction de l'altitude à laquelle on le mesure.....

Sur l'ellipsoïde:  $g_0 = \frac{GM}{R^2}$       Où R est le « rayon » de l'ellipsoïde aplati

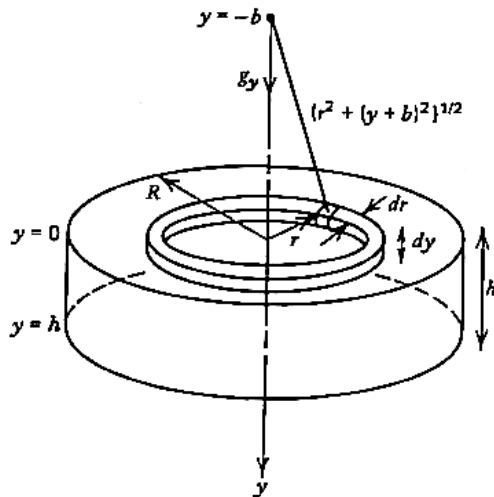
$$\begin{aligned} \text{À l'altitude h: } g &= \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{GM}{R^2} \frac{1}{\left(1+\frac{h}{R}\right)^2} = \frac{GM}{R^2} \left(1+\frac{h}{R}\right)^{-2} \\ &\approx g_0 \left(1 - \frac{2h}{R}\right) \end{aligned}$$

Au 1<sup>er</sup> ordre, la correction d'altitude est donc:  $\Delta g_h = \frac{2hg_0}{R} \sim 3\text{mm/s}^2 \text{ à } 1000\text{m}$

# Réduction des mesures de gravité: Topographie ou plateau

Altitude => montagne sous les pieds => masse !

En première approximation, on peut assimiler la masse de la topographie à celle d'un disque homogène de rayon  $R$  et de hauteur  $h$ .



L'anomalie de gravité verticale créée par un anneau est:

$$dg_y = \frac{\overbrace{(2\pi r dr dy)}^{\text{volume de l'anneau}} \rho G}{\underbrace{r^2 + (y+b)^2}_{\text{distance}}} \left( \frac{y+b}{\underbrace{\sqrt{r^2 + (y+b)^2}}_{\text{cosinus de l'angle pour obtenir dg vertical d}}} \right)$$



## Réduction des mesures de gravité: Topographie ou plateau

On intègre:

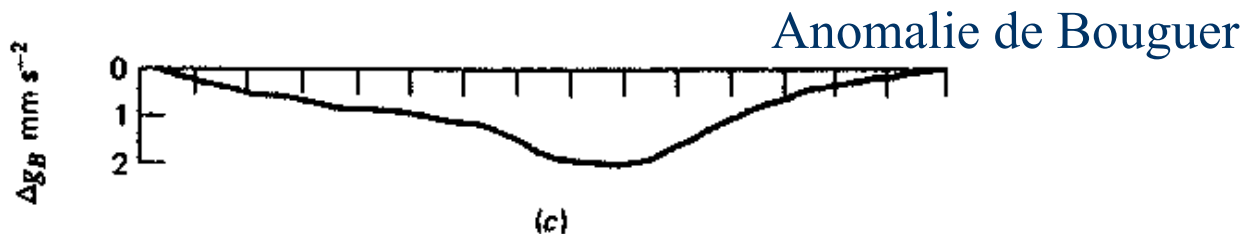
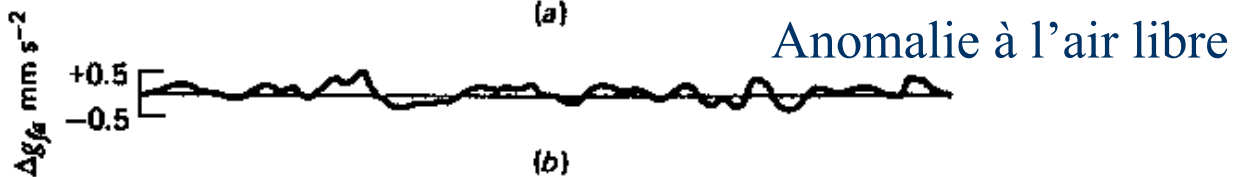
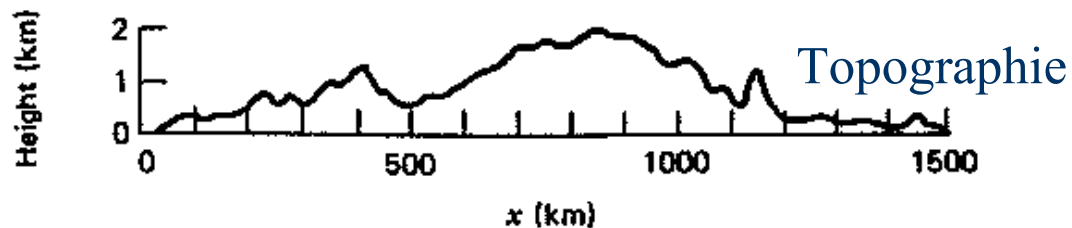
$$\begin{aligned}g_y &= 2\pi G \int_0^h \int_0^R \frac{(y+b)r}{(r^2 + (y+b)^2)^{3/2}} \rho(y) dr dy \\ &= 2\pi G \int_0^h \left( 1 - \frac{y+b}{\sqrt{R^2 + (y+b)^2}} \right) \rho(y) dy \\ &\approx 2\pi G \int_0^h \rho(y) dy \\ &= 2\pi G \rho h\end{aligned}$$

Au 1<sup>er</sup> ordre, la correction de plateau est donc:  **$2\pi G \rho h$**

*L'Anomalie de Bouguer* est la mesure de la gravité corrigée de

1. la latitude
2. l'altitude
3. le plateau

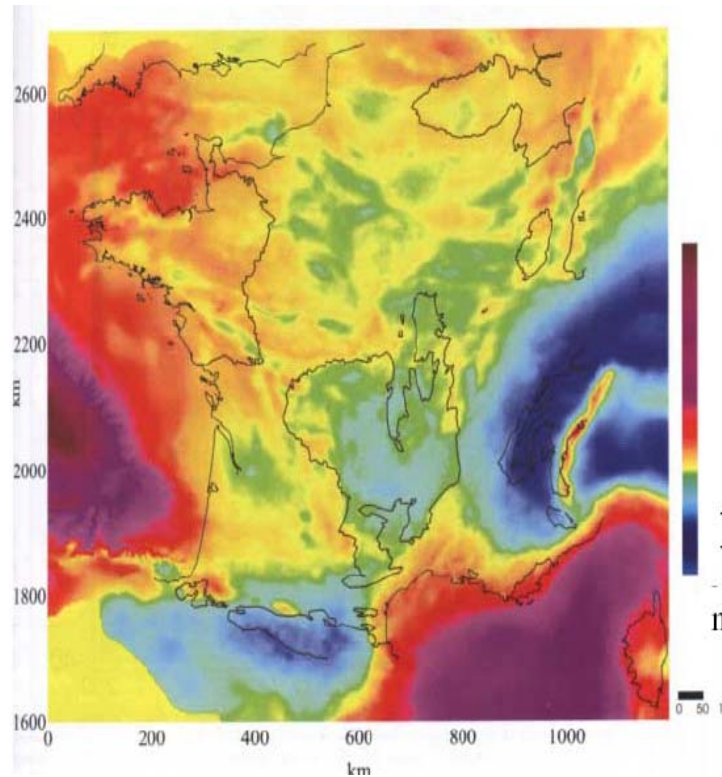
## Réduction des mesures de gravité: exemple



Air libre : corrélé à la topo à courte longueur d'onde

Bouguer : anti-corrélé à la topo à grande longueur d'onde

## Carte d'anomalie de Bouguer (France)

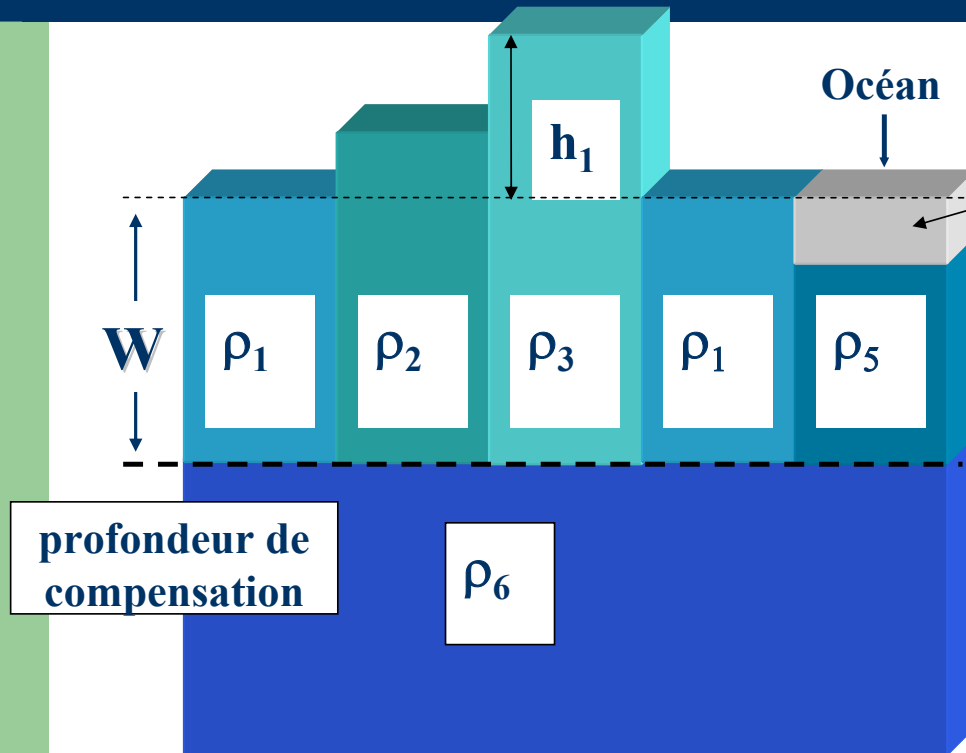


Anomalie négative sous les chaînes de montagne (Alpes, Pyrénées)

Anomalies de densité négatives, en profondeur, sous ces chaînes de montagne

Phénomène de compensation

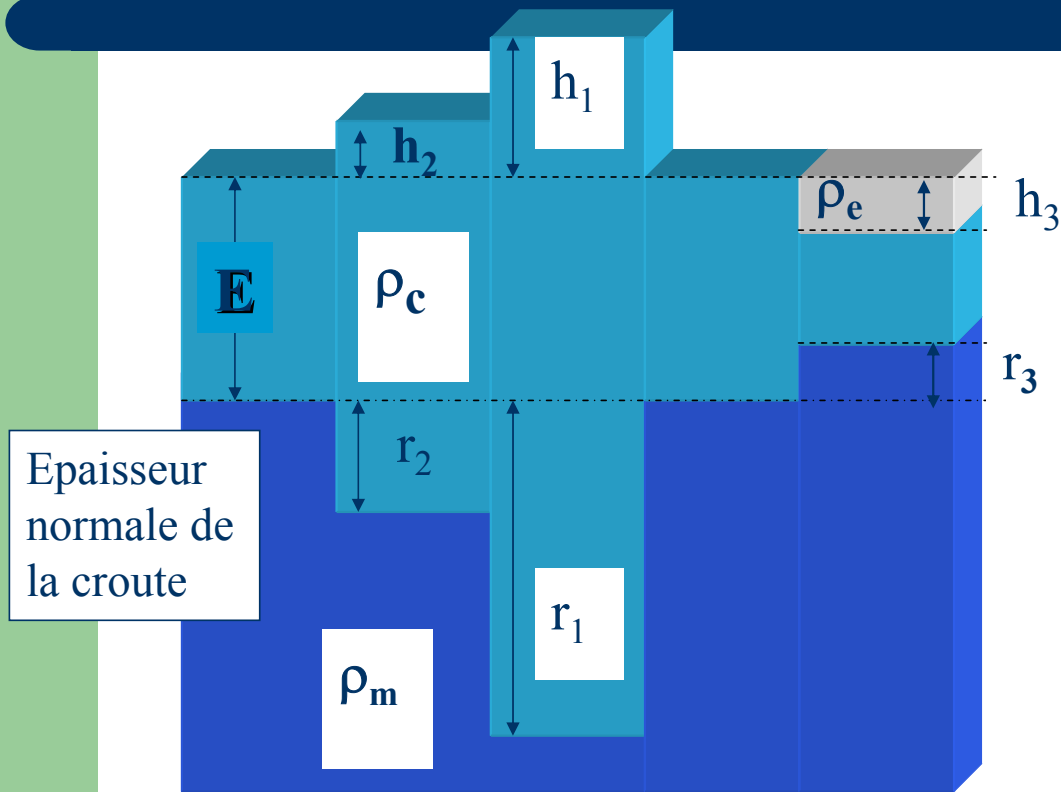
# modèle de Pratt (thermique)



Une topographie est constituée de colonnes de densité différente. Plus la densité d'une colonne est faible, plus elle monte haut!

$$\rho_6 > \rho_5 > \rho_1 > \rho_2 > \rho_3$$

# Modèle d'Airy (mécanique)



Epaisseur normale de la croute

Une topographie est constituée d'une croute de densité constante mais épaissie à certain endroit

$$\rho_m > \rho_c$$