



**Sheep Consult**

# Les Lamberts Belges

Jean-Pierre MOUTON  
Directeur Sheep Consult



# Un peu d'histoire

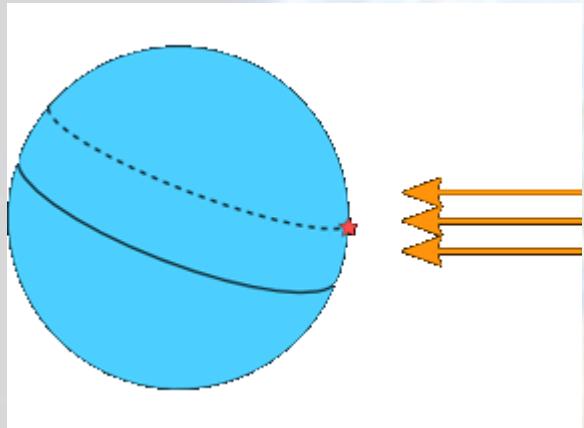
- Eratosthène en 200 avant J.C.





# Un peu d'histoire

- Le calcul de la circonference

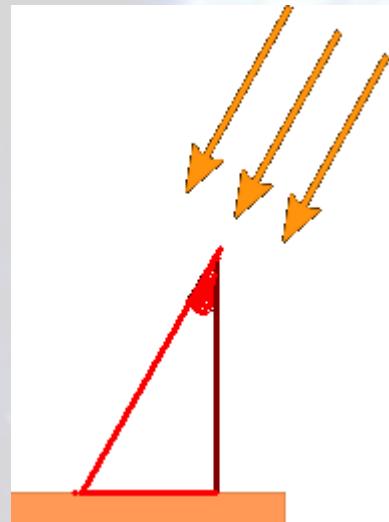


- Erathostène astronome et géographe
- Directeur de la grande bibliothèque d'Alexandrie
- Ville de Syène, à midi le jour du solstice d'été le soleil éclaire le fond des puits
- Tropique du Cancer



# Un peu d'histoire

- Le calcul de la circonference

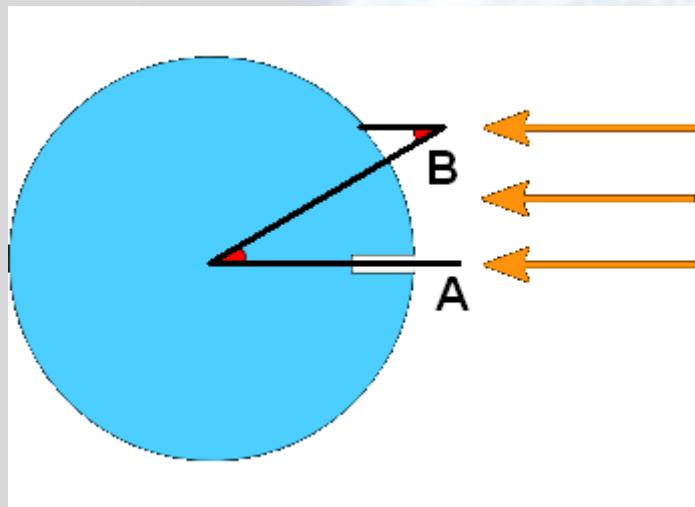


- Le phare d'alexandrie
- Angle = 1/50ème de cercle
- $360^\circ/50 = 7.2^\circ$



# Un peu d'histoire

- Le calcul de la circonference

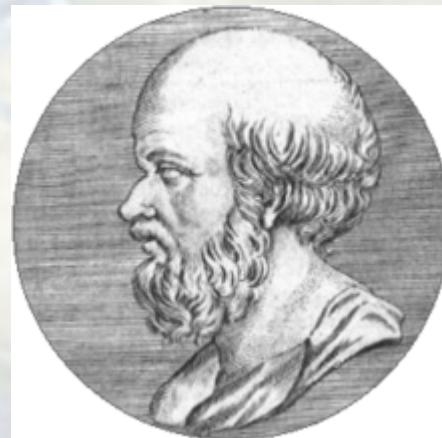


- Angle au sommet = angle entre les deux villes
- Angle =  $1/50^{\text{ème}}$  de cercle
- Distance Alexandrie – Syène
- Un chameau met 50 jours pour aller d'Alexandrie à Syène
- Un chameau parcours 100 stades par jour



# Un peu d'histoire

- Le calcul de la circonference
  - Un stade = 157.5 mètres
  - $157.5 * 2500 = 39\ 375$  kms





# La forme de la Terre

- Sphérique, aplatie aux pôles ou à l'équateur?
  - En 1687, Newton prévoit un aplatissement aux pôles
  - Cassini conteste cette théorie et pense que la terre est allongée selon l'axe polaire
- La théorie de la gravitation universelle (Newton) ou la théorie des tourbillons (Descartes)
- Expédition en Laponie (1736-1737)
- Expédition au Pérou (1736-1739)



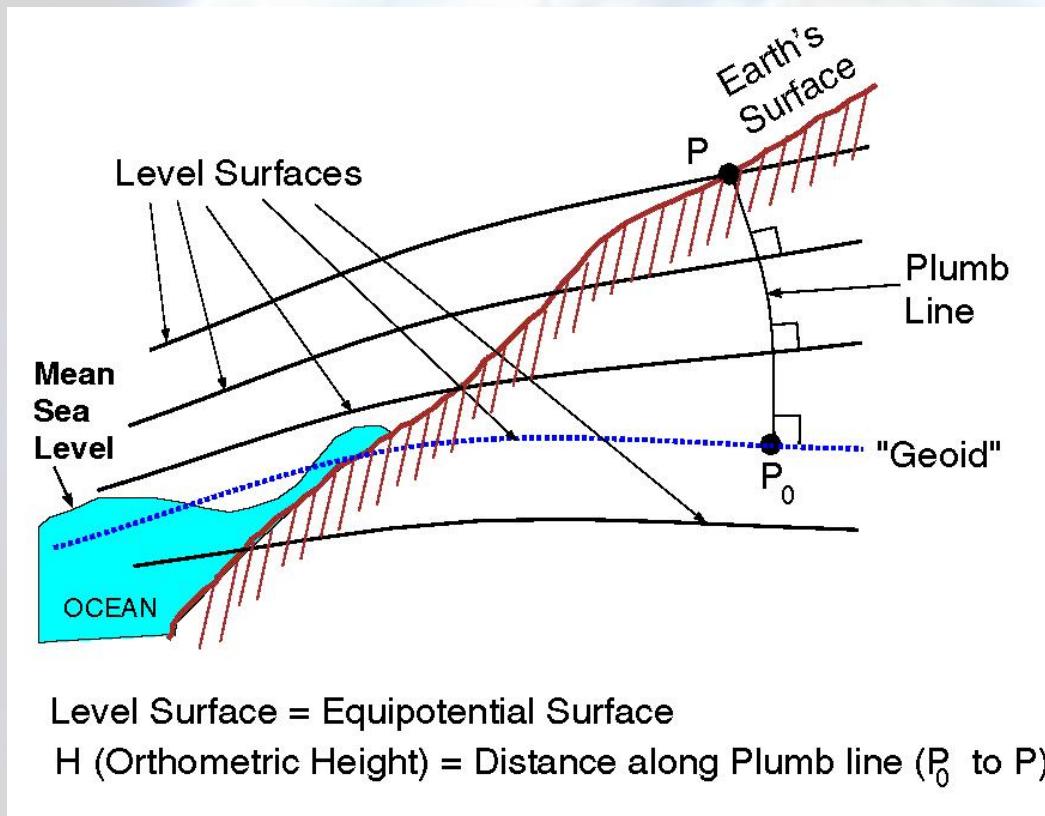
# La forme de la Terre

- Fin du 17<sup>ème</sup> siècle
  - La terre est un ellipsoïde de révolution
  - La surface dépend de deux paramètres
    - Le grand axe
    - L'aplatissement
- Au 19<sup>ème</sup> siècle, introduction d'un nouveau modèle pour la forme de la terre: le géoïde



# Les surfaces de référence

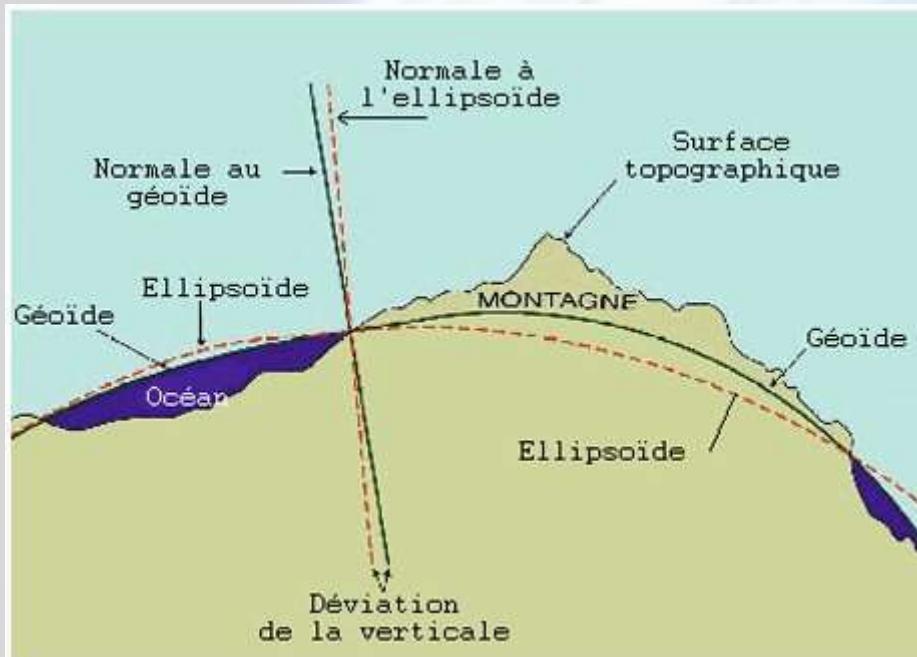
- Les surfaces équipotentielle





# Les surfaces de référence

- Le modèle physique



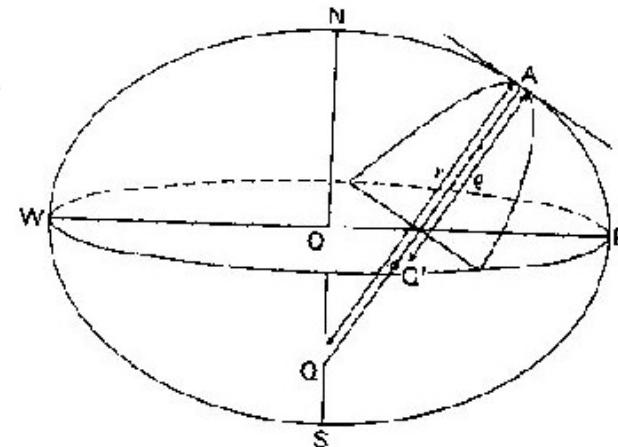
1. La surface topographique
2. Le géoïde
3. La Normale au géoïde
4. L'ellipsoïde
5. La déviation de la verticale



# Le modèle mathématique

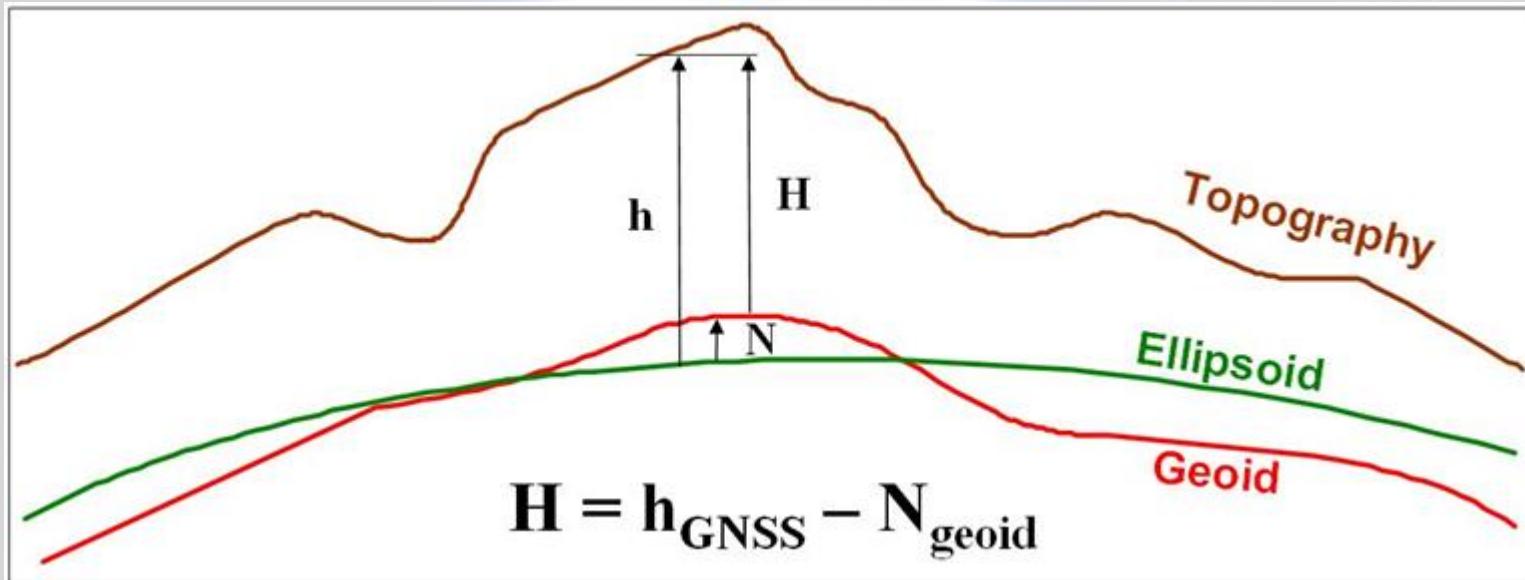
## Géométrie de l'ellipsoïde

- Qu'est-ce qu'un ellipsoïde?
- Un ellipsoïde peut être défini au moyen d'un certain nombre de caractéristiques mathématiques.
- Demi-grand axe =  $a$  ;
- Demi-petit axe =  $b$  ;
- Aplatissement;  $f = \frac{a-b}{a}$
- Excentricité;  $e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$





# Le modèle mathématique



$H$  = hauteur orthométrique

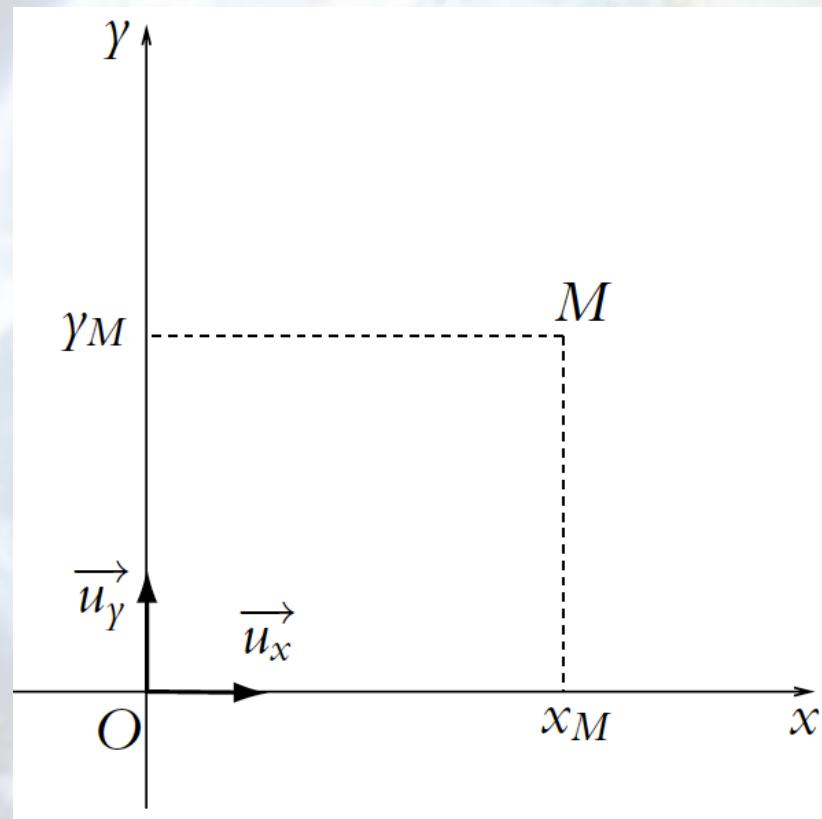
$h$  = hauteur normale

$N$  = hauteur géoïdale



# Les systèmes de référence

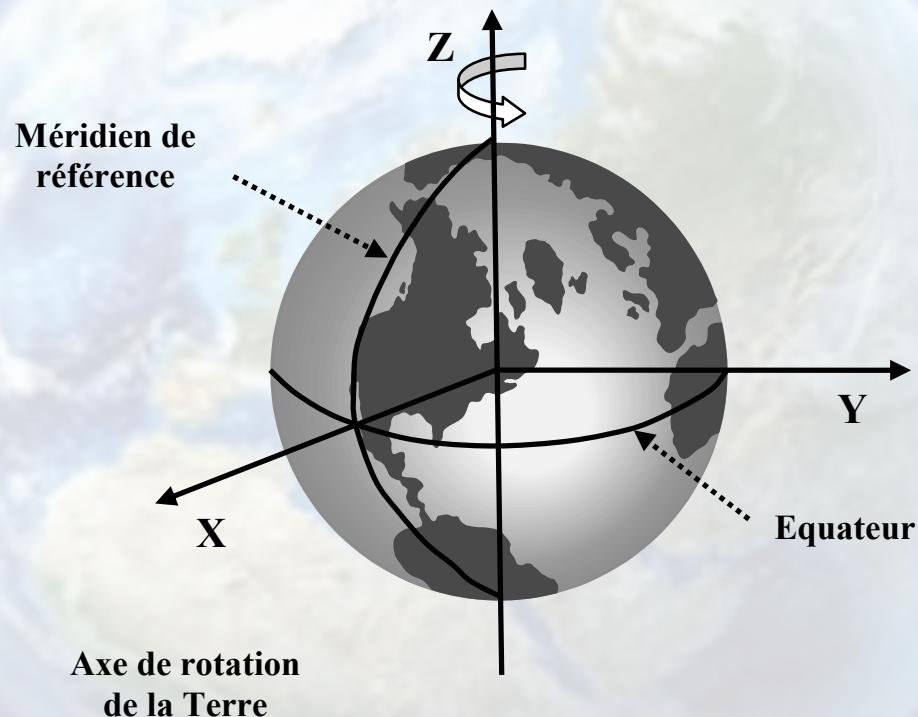
- Les coordonnées planes cartésiennes





# Les systèmes de référence

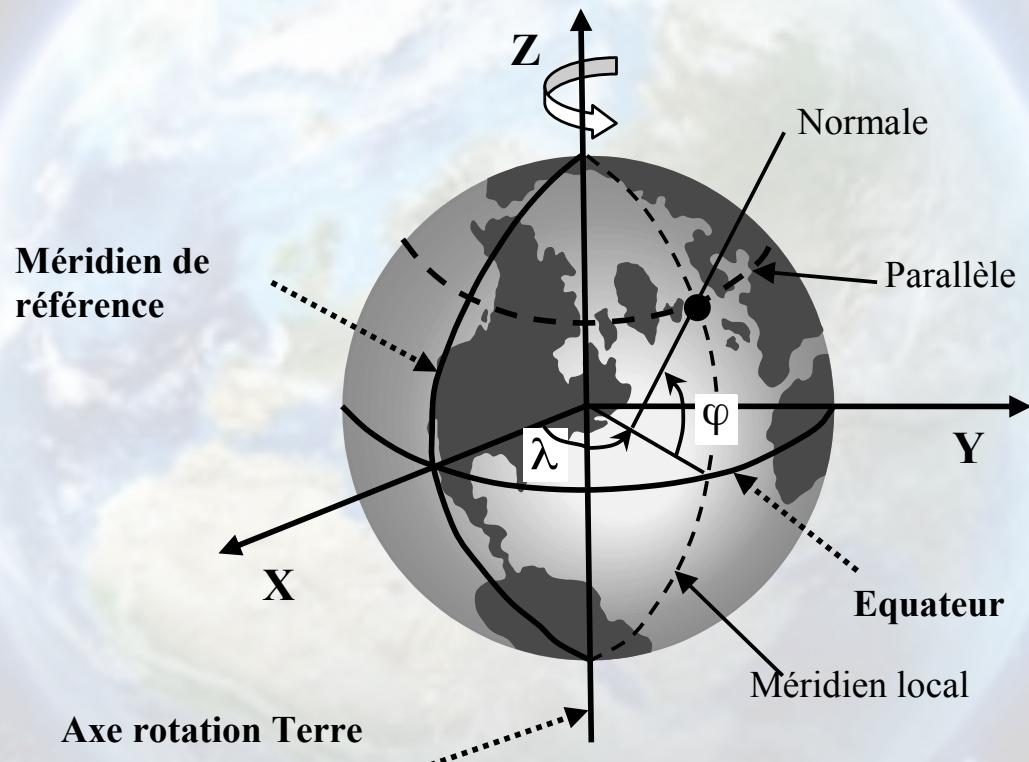
- Les coordonnées cartésiennes





# Les systèmes de référence

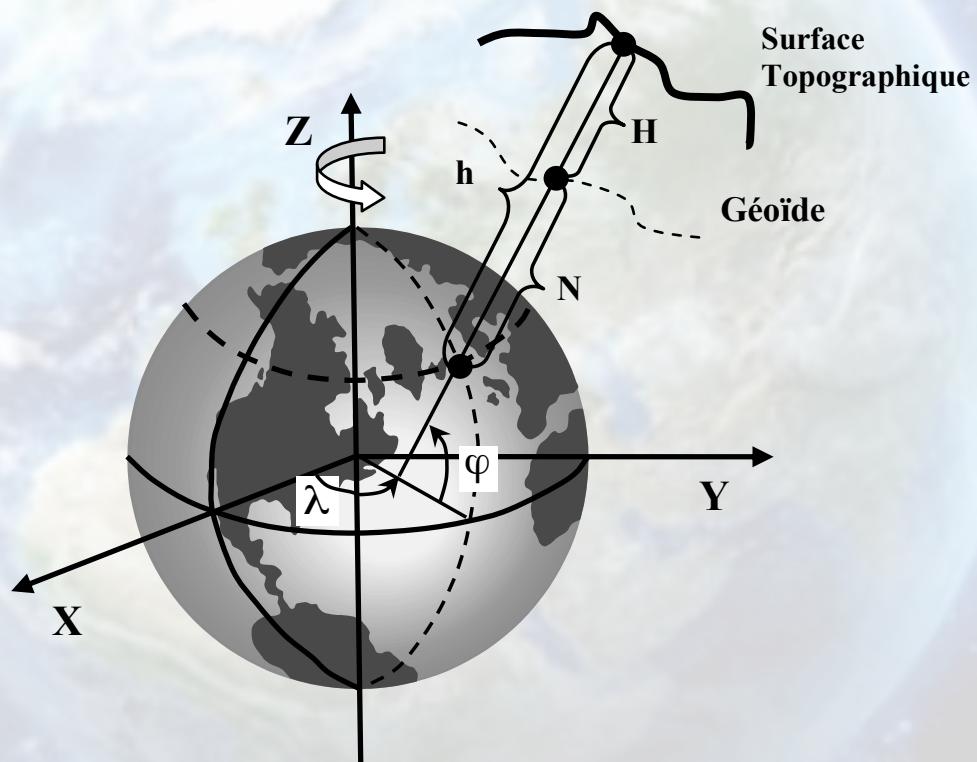
- Les coordonnées géodésiques





# Les systèmes de référence

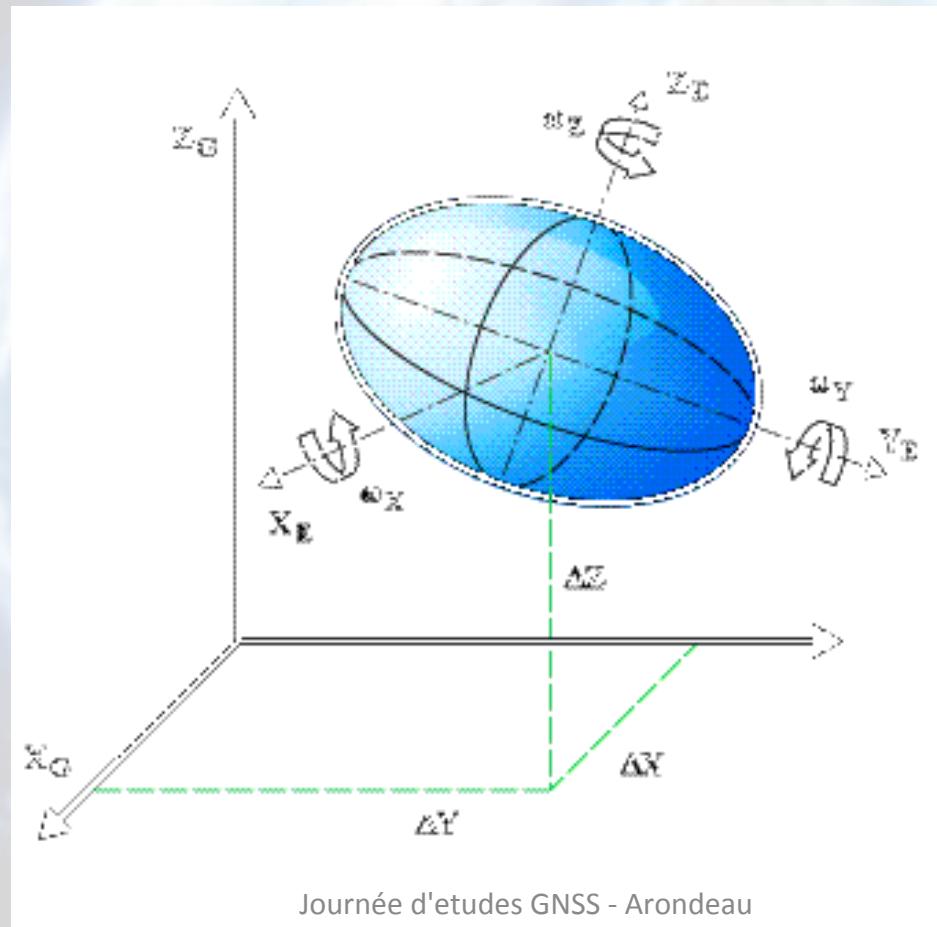
- Coordonnées cartésiennes - géographiques





# Le datum géodésique

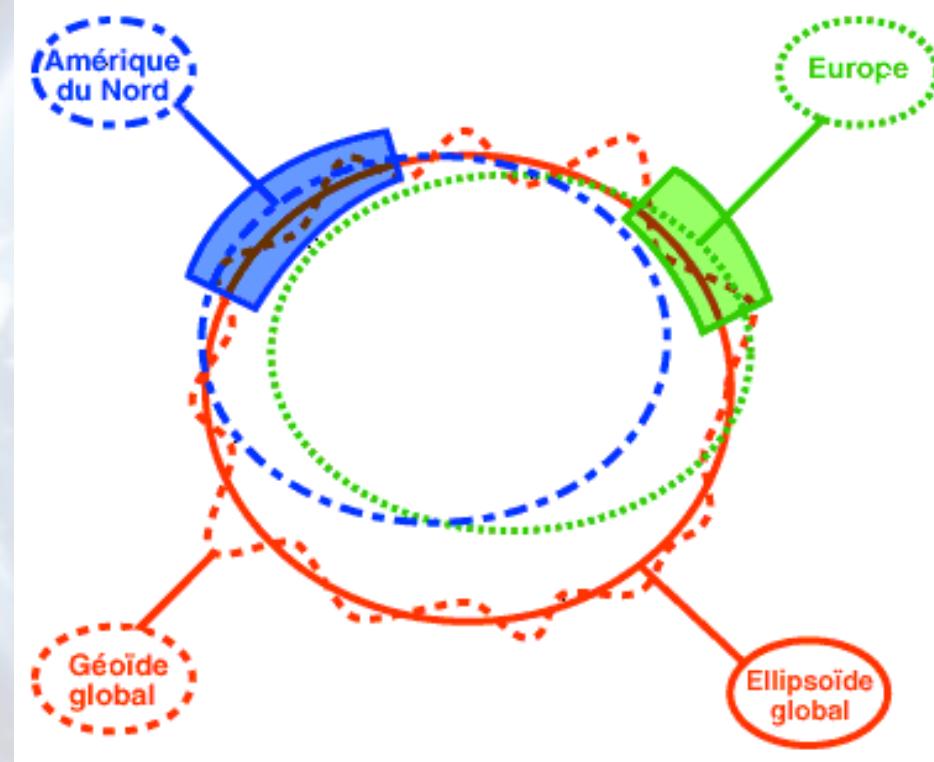
- 8 paramètres indépendants





# Le datum géodésique

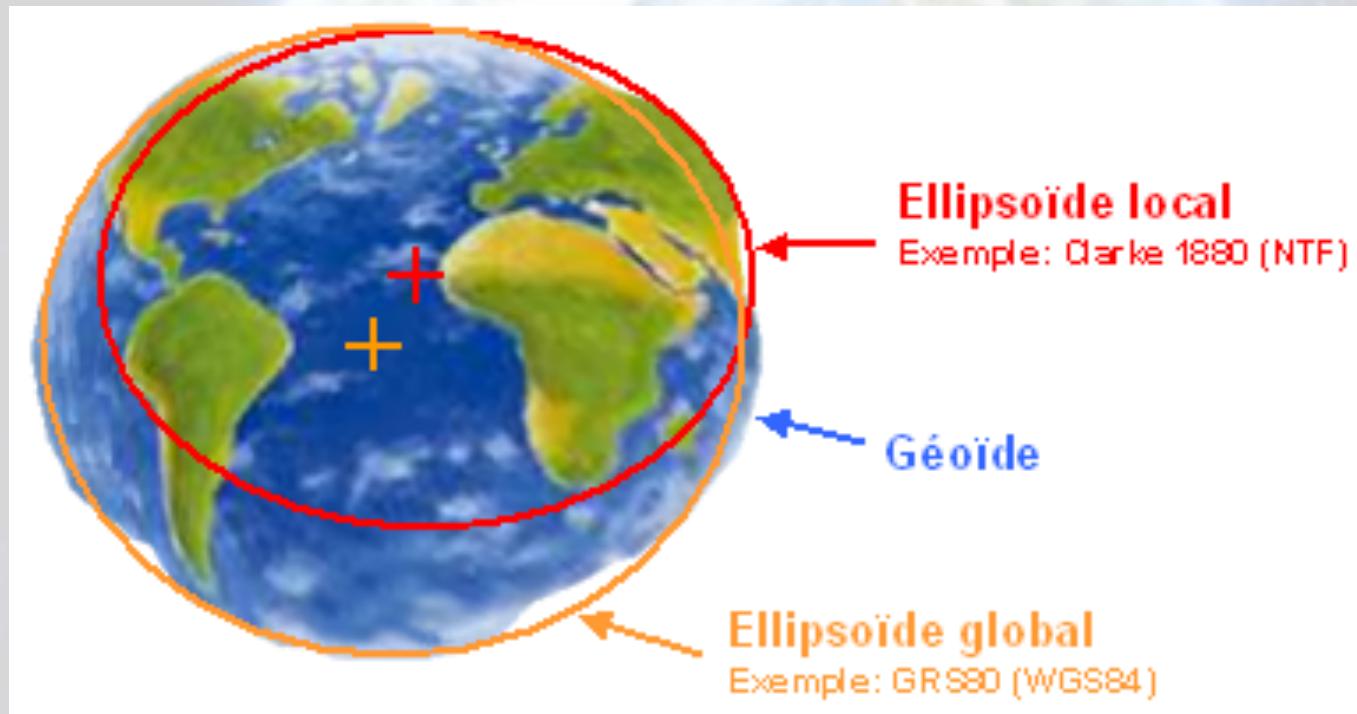
- Datum local





# Le datum géodésique

- Datum global





# Les systèmes de coordonnées belges

- Lambert 50
  - Ellipsoïde International de Hayford
  - 3 bases mesurées au fil invar
  - Compensation en 3 blocs
  - Projection Lambert à 2 parallèles sécantes
    - Latitude origine : 90°N
    - Long. point fondamental: 4°22'04.71"
    - Parallèles sécants: 49°50' et 51°10'
    - Translations: X -150.000 m et Y – 5.400.000 m

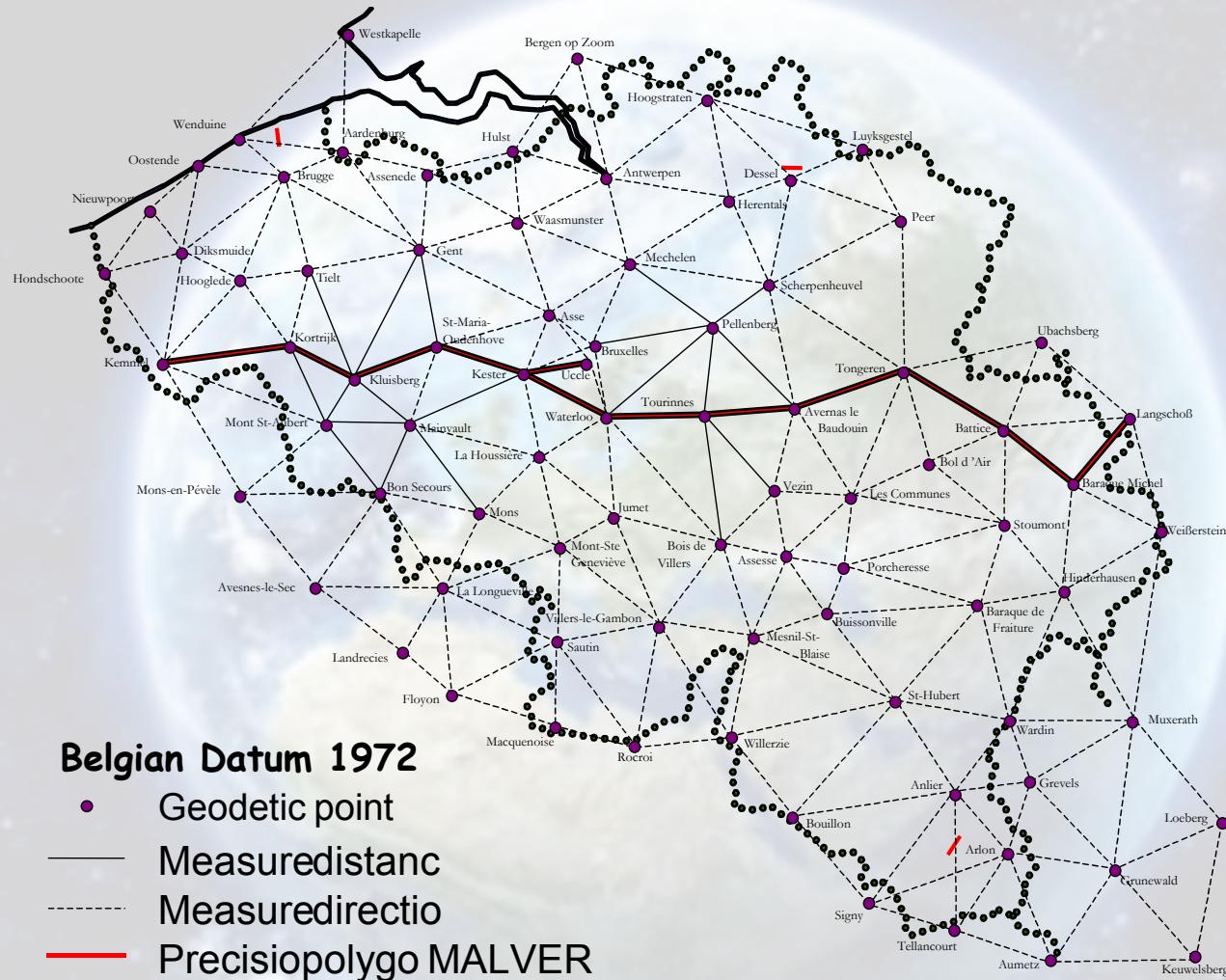


# Les systèmes de coordonnées belges

- Lambert 72
  - Ellipsoïde International de Hayford
  - 3 bases mesurées au fil invar
  - Distance section belge (polygonale Malverne – Graz)
  - Compensation en 1 bloc
  - Projection Lambert à 2 parallèles sécants
    - Latitude origine : 90°N
    - Long. point fondamental: **4°21'24.983"**
    - Parallèles sécants: 49°50' et 51°10'
    - Translations: X -150.000 m et Y – 5.400.000 m



# Lambert 72





# Le Lambert 72/50

- Changement de méridien central
- Objectif de conserver les coordonnées semblables aux coordonnées LB50
- Transformation de Helmert
  - Delta X = 0.01256 m
  - Delta Y = 88.4378 m
  - Rotation = 29"2985



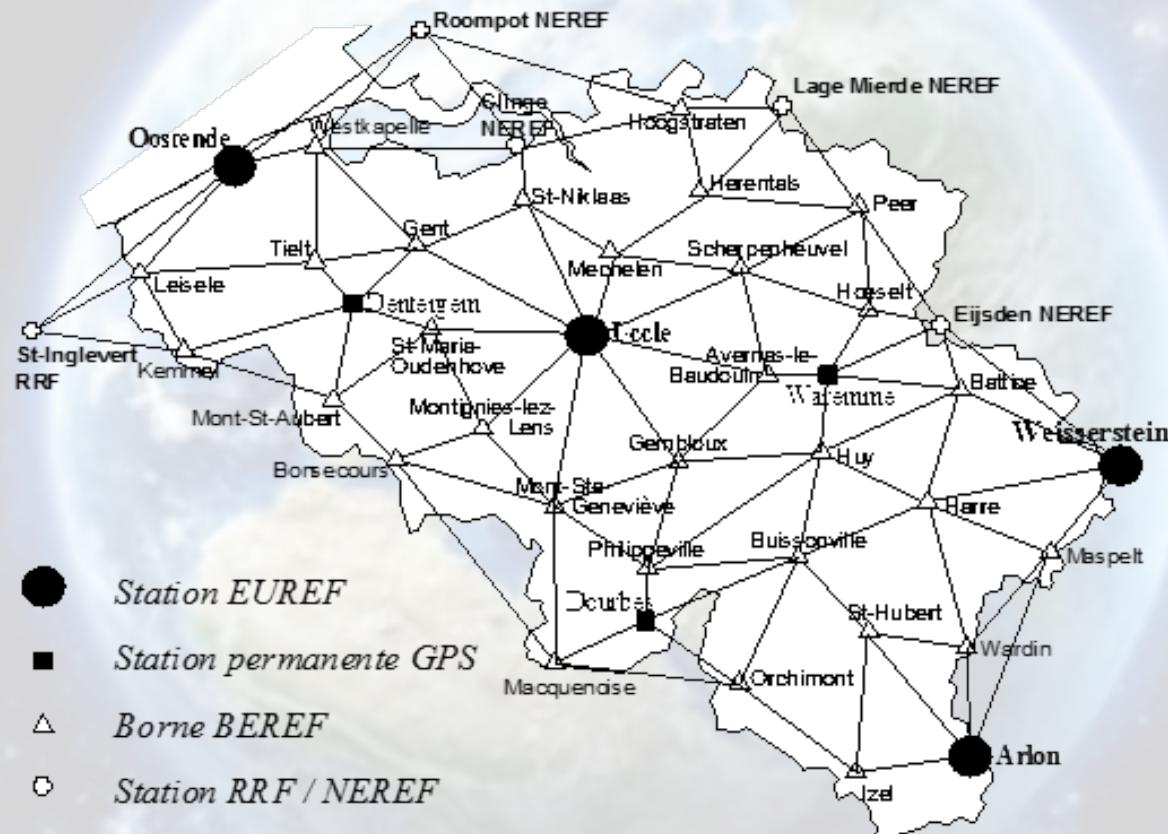
# Le Lambert 72/50

- Nouveaux paramètres  
Van Craenenbrouck 1994
  - Projection Lambert à 2 parallèles sécants
    - Latitude origine : 90°N
    - Long. point fondamental: **4°22'02.952"**
    - Parallèles sécants: 49°50' 00.00204"  
et 51°10' 00.00204"
    - Translations: X -150.000,013 m  
et Y – 5.400.088,438 m



# Le Lambert Belge 2008

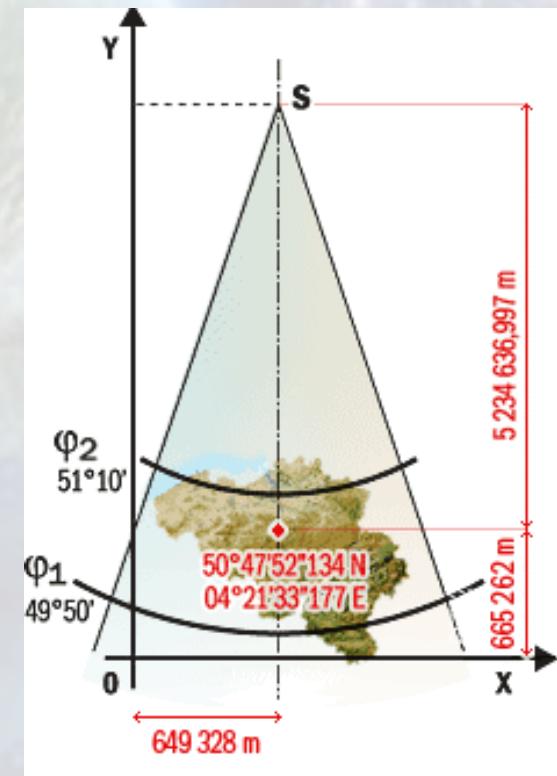
- En 1994 Nouveau réseau de référence BEREF





# Le Lambert Belge 2008

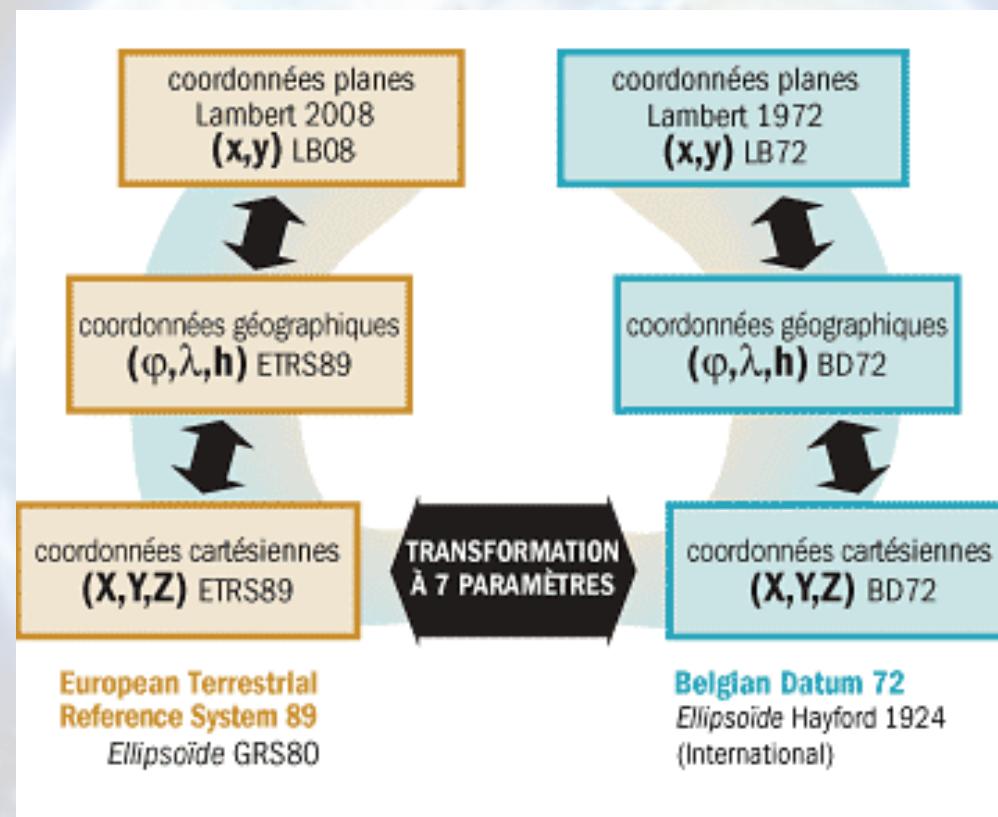
- Ellipsoïde GRS80
- Projection Lambert à 2 parallèles sécants
  - Latitude origine :  $50^{\circ}47'52''134$  N
  - Méridien central:  $4^{\circ}21'33''177$  E
  - Parallèles sécants:  $49^{\circ}50'$  et  $51^{\circ}10'$
  - X0: 649.328,0 m
  - Y0: 665.262,0 m





# BD72 – ETRS89

- Relations entre les systèmes





# Transformation à 7 paramètres

- Sous forme matricielle

$$\begin{bmatrix} X_G^i \\ Y_G^i \\ Z_G^i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1+S & \omega_Z & -\omega_Y \\ -\omega_Z & 1+S & \omega_X \\ \omega_Y & -\omega_X & 1+S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_E^i \\ Y_E^i \\ Z_E^i \end{bmatrix}$$

7 paramètres ETRS89 -> BD72		X	Y	Z
Translation [mètre]	106.868628	-52.297783	103.723893	
Rotation [sec. Sex.]	0.336570	-0.456955	1.842183	
Facteur d'échelle		1.0000012747		



# Transformation à 7 paramètres

- **Grille de correction Lambert72 « xyGridLb72 »**
- Définition:
- comparaison des coordonnées Lambert calculées avec les coordonnées Lambert connues Les corrections  $\Delta x$  et  $\Delta y$  déterminées sur la grille sont appliquées selon les relations suivantes :
- Caractéristiques de la grille:
- Les nœuds sont exprimés en mètres sous formes de coordonnées planes (x,y) Lambert 1972 ; les corrections  $\Delta x$  et  $\Delta y$  sont exprimées en mètres.
- x minimum-maximum : 20.000 - 300.000
- y minimum-maximum : 20.000 - 250.000
- Résolution : 2000 x 2000
- Nombre de nœuds : 16356 (141x116)

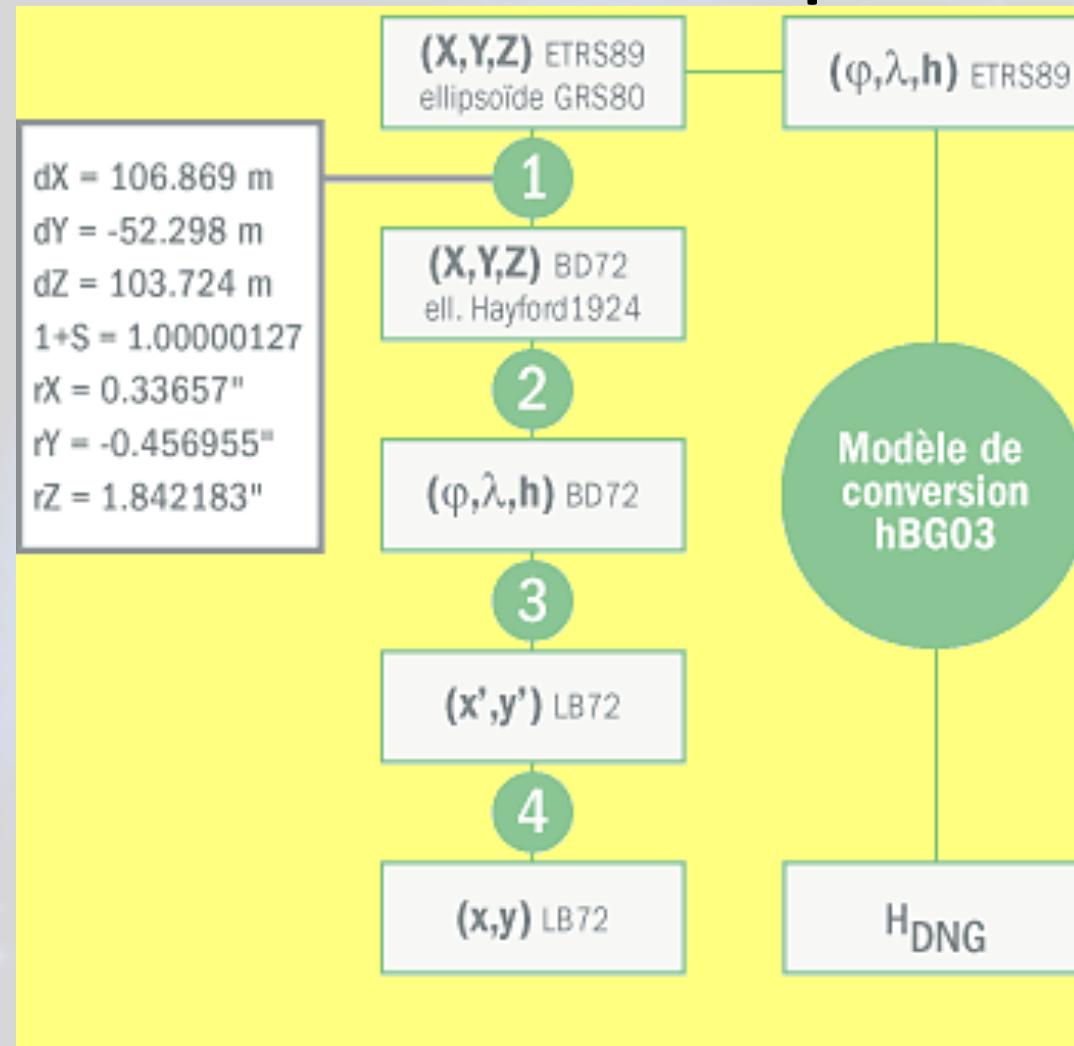


# Transformation à 7 paramètres

20000 20000 0.086636013667925  
22000 20000 0.086715237310625  
24000 20000 0.086793966470455  
26000 20000 0.086872157803133  
28000 20000 0.086949185853346  
30000 20000 0.087023882285143  
32000 20000 0.087095250101875  
34000 20000 0.087162083795044  
36000 20000 0.087223359892727  
38000 20000 0.087278040893039  
40000 20000 0.087325059352424  
42000 20000 0.087363703031793  
44000 20000 0.087393065343436



# Transformation à 7 paramètres





# Le DNG

- De 1947 à 2000
- 19000 repères





**Sheep Consult**

# Le DNG





# Le DNG

## KM70

**Commune**

GEMBLOUX

**Date de révision**

14 Feb 2001

**Lambert72\***

x = 173822 m

y = 138338 m

**Nature du point**

Repère en fonte (NP)

**Altitude**

H = 177.258 m

**Description**

Route Bruxelles - Namur (N4). Côté N.E. -

Km 40.050 Château d'eau. A 462 cm à  
droite de l'entrée. A 50 cm du sol.

**Demi-planchette**

40/6S

**Lambert2008\***

x = 673825 m

y = 638341 m

**Remarques**

-

\* Coordonnées digitalisées à l'échelle du 1:25 000, précision +/- 25m



25/10/2016



Journée d'études GNSS - Arondeau



# DNG - GNSS

**Conversion de la hauteur ellipsoïdale  $h_{\text{ETRS89}}$  en altitude orthométrique  $H_{\text{DNG}}$**

$$H = h - N$$

**H : altitude orthométrique référencée au DNG  
(Deuxième Nivellement Général)**

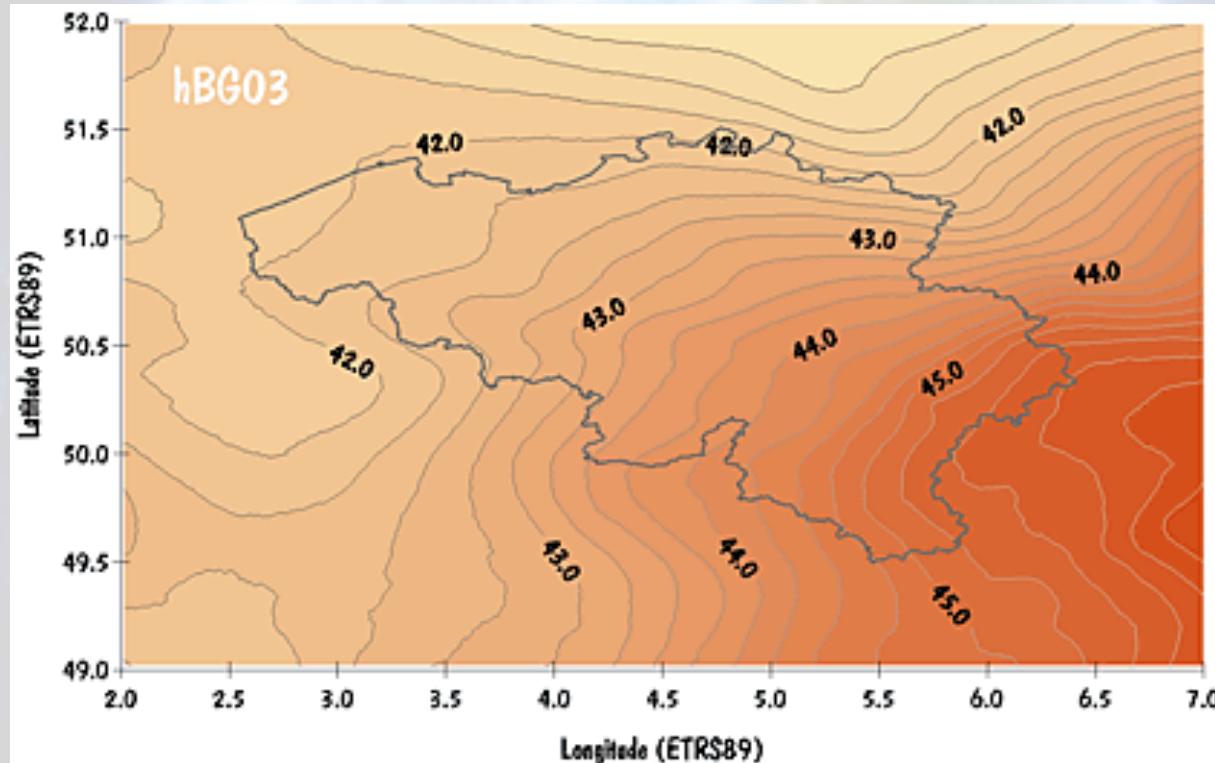
**h : hauteur ellipsoïdale dans le système ETRS89**

**N : distance ellipsoïde/géoïde**



# Grille Altimétrique

- Pour la Belgique, la valeur de N varie de 41.2 à 45.8m avec un écart standard de 2 cm





# DNG - GNSS

- **Grille de conversion altimétrique**

résulte de la combinaison du modèle géoïdal gravimétrique avec 3735 points GPS nivélés appartenant à la référence BeRef. Le calcul de la valeur de  $N$  par interpolation permet d'obtenir directement l'altitude orthométrique  $H$  dans la référence DNG par la relation

$$H_{DNG} = h_{ETRS89} - N.$$



# Grille Altimétrique

- Les nœuds en coordonnées géographiques ETRS89.
- Longitude minimum-maximum :  $1^{\circ} - 7^{\circ}$
- Latitude minimum-maximum :  $48.50^{\circ} - 52.50^{\circ}$
- Résolution :  $0.0166667^{\circ}$  degré carré
- Nombre de nœuds : 87001 (361x241)

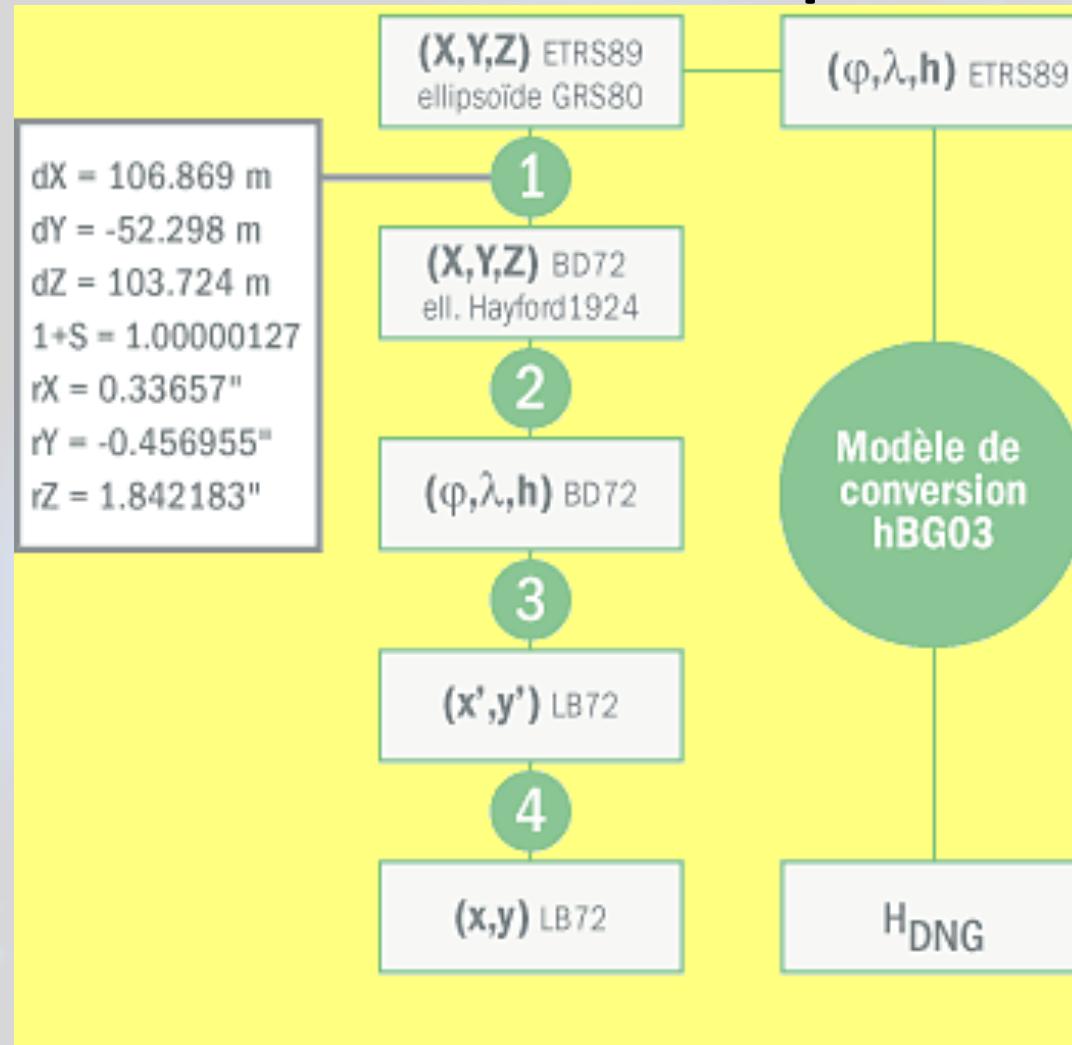


# Grille Altimétrique

48.5166667 1.1000000 43.668  
48.5166667 1.1166667 43.659  
48.5166667 1.1333333 43.640  
48.5166667 1.1500000 43.630  
48.5166667 1.1666667 43.611  
48.5166667 1.1833333 43.594  
48.5166667 1.2000000 43.585  
48.5166667 1.2166667 43.567  
48.5166667 1.2333333 43.550  
48.5166667 1.2500000 43.542  
48.5166667 1.2666667 43.523  
48.5166667 1.2833333 43.505  
48.5166667 1.3000000 43.486  
48.5166667 1.3166667 43.466  
48.5166667 1.3333333 43.447  
48.5166667 1.3500000 43.427



# Transformation à 7 paramètres





# Conclusions

- Le Lambert 2008 est indispensable
- Les transformations, avec corrections locales donnent de bons résultats
- cConvert est un outil gratuit sur le site de l'IGN
  - Intègre la grille plani
  - Intègre la grille alti
  - Mais perte de précision si aller-retour



# Conclusions

cConvert 5.01.4

**Convert coordinates**

	From	To
Datum	ETRS89	BELGIAN DATUM 72
Ellipsoid	GRS80	HAYFORD24
Projection	NONE	LAMBERT [1972]
Coordinates	GEOGRAPHIC	PLANE

**Belgian area only**

Lambert1972 sheet  
classic 53/5 new

Lambert2008 sheet 53/5

**Input/Output**

Keyboard

Degrees:  
 Deg. Min. Sec.  
 Deg.  
 Deg. Min.

**Keyboard**

Input	Output
$\phi$ 50°15'23.15230"	x 165952.009
$\lambda$ 4°34'92.79523"	y 105066.061
h 125	H 81.332

**BD72 - LAMBERT [1972]**

Meridian convergence  
-00°10'21.39972"

Scale distortion 0.999941562  
-5.84 cm/km

**Buttons**

info Parameters zone: Belgium(default) Convert Cancel N Value Calculation Direct and Inverse Problem

National Geographical Institute (B) <http://www.ngi.be> <mailto:pla@ngi.be>



# Sheep Consult

- Calcul des paramètres retour

PETRS2BD72

Delta x = 106.868628 m  
Delta y = -52.297783 m  
Delta z = 103.723893 m  
K = 1+S k = 1.0000012747  
Rotation x = 0.336570" en radian  
Rotation y = -0.456955" en radian  
Rotation z = 1.842183" en radian

PBD722ETRS

Delta X = -106.8687369834 m  
Delta Y = 52.2970251853 m  
Delta z = -103.7235834838 m  
K = 1+S k = 0.9999987252  
Rotation x = -0.33657859914686" en radian  
Rotation y = 0.45695384356258" en radian  
Rotation z = -1.84217913677791" en radian



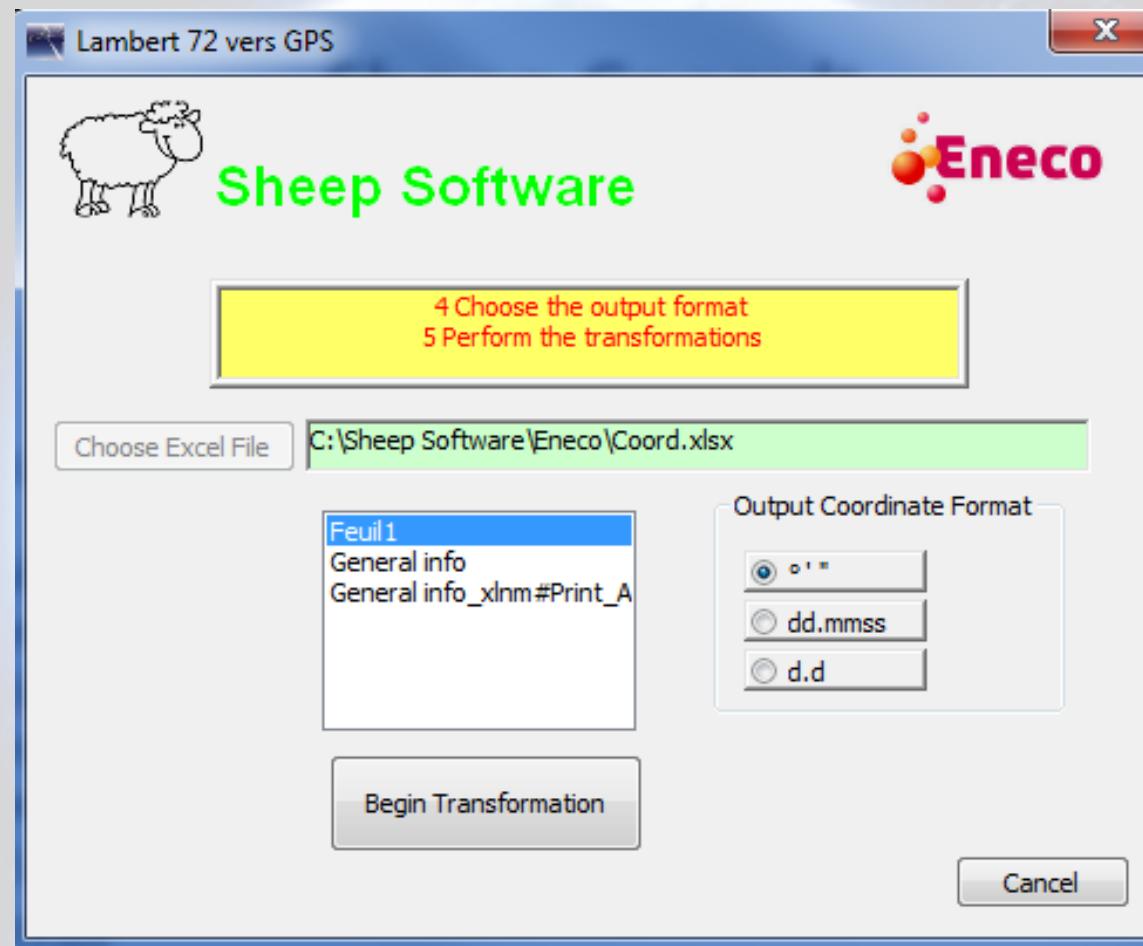
# Sheep Consult

- Sheep Consult peut vous aider
  - Etablissements de formules de transformation de coordonnées.
    - Tous systèmes en usage en Belgique (Lambert 2008, Lambert 1972, Lambert 1950)
    - Anciens Systèmes de Projection Belge (Bonne, Andries)
    - ETRS 89
    - WGS 84
    - Coordonnées en usage en France, Luxembourg, Allemagne et Hollande
  - Programmation de tous ces systèmes de transformation



Sheep Consult

# Sheep Consult





Sheep Consult

# Sheep Consult

ETCSToolBox

**Sheep Consult**

Data Directory: C:\INFRABEL\161019

Width Buffer in M.: 30

**INFRABEL**  
Right On Track

Cancel

Files To Process

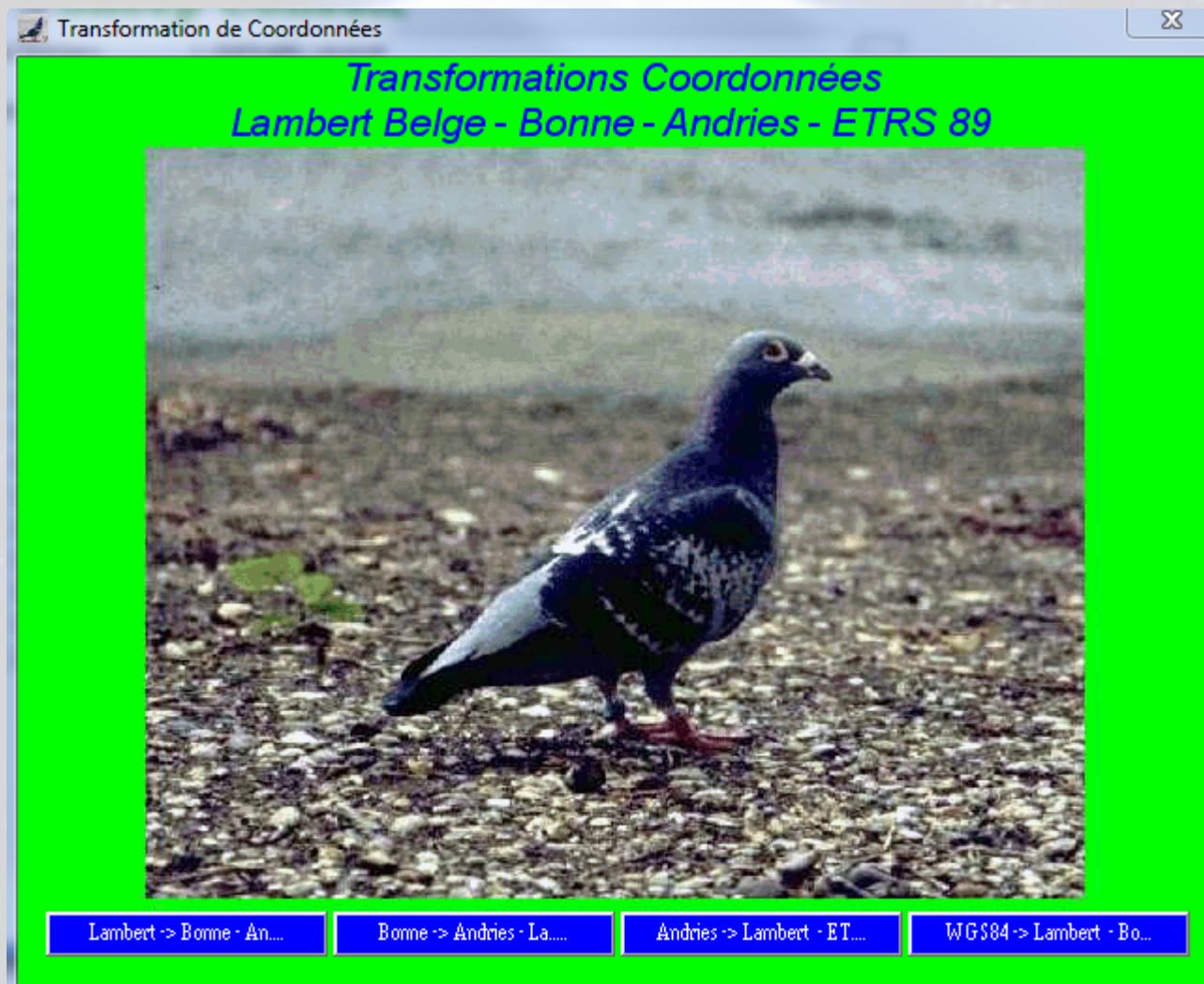
	Axes	Parts	Version	Compare Version	Ref Version
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_102_01_B_ETCS.csv	102	1	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_103_01_B_ETCS.csv	103	1	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_104_01_B_ETCS.csv	104	1	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_105_01_B_ETCS.csv	105	1	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_106_01_A_ETCS.csv	106	1	A	A	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_106_02_B_ETCS.csv	106	2	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_106_03_B_ETCS.csv	106	3	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_106_04_A_ETCS.csv	106	4	A	A	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_107_01_B_ETCS.csv	107	1	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_107_02_B_ETCS.csv	107	2	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_107_03_B_ETCS.csv	107	3	B	B	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_108_01_A_ETCS.csv	108	1	A	A	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_108_02_A_ETCS.csv	108	2	A	A	
<input checked="" type="checkbox"/> OP1_109_01_A_ETCS.csv	109	1	A	A	

Projection



Sheep Consult

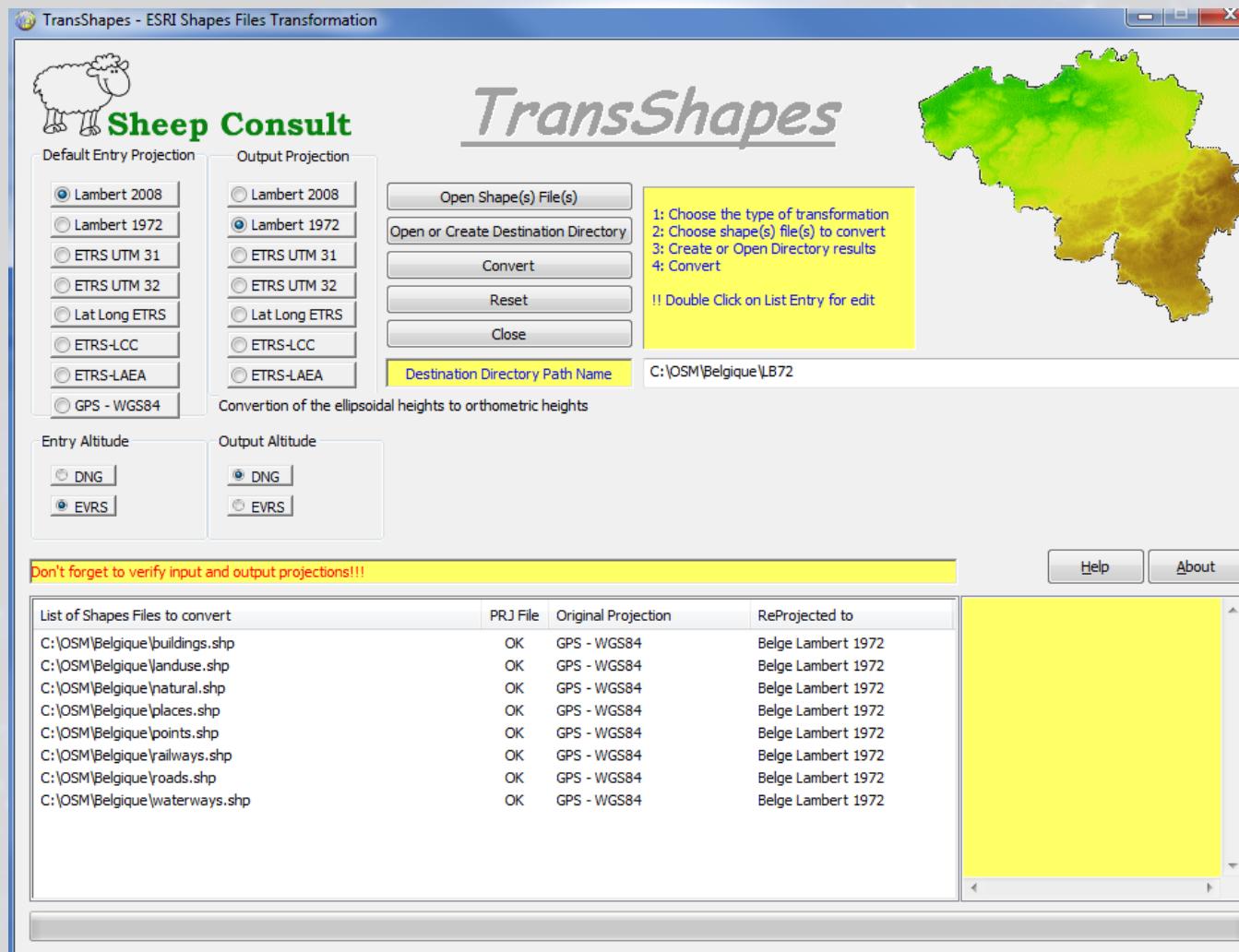
# Sheep Consult





Sheep Consult

# Sheep Consult





**Sheep Consult**

# Sheep Consult

- Pour obtenir gratuitement TransShapes
  - Un mail à [sheep.consult@outlook.com](mailto:sheep.consult@outlook.com)

## **Sheep Consult s.c.s**



Avenue des Combattants, 65  
5030 Gembloix  
Belgique  
Tel: +32 474.31.50.14  
TVA: BE 0.662.528.212  
RPM: Namur  
Email: [sheep.consult@outlook.com](mailto:sheep.consult@outlook.com)  
CBC BE36 7320 4120 8681



# Merci pour votre bonne attention