

## BEREF & PROJECTION LAMBERT

Philippe LAMBOT

### Résumé

L'Institut Géographique National belge (IGN-B) a construit un nouveau système de référence géodésique pour la Belgique (BeRef) en utilisant les techniques de la géodésie spatiale. Cette nouvelle référence, conçue et élaborée durant les 15 dernières années, est une réalisation de l'ETRS89 et utilise l'ellipsoïde GRS80. Pour profiter autant que possible de la qualité de ce nouveau référentiel et éviter toute transformation inutile depuis les anciens systèmes, eux-mêmes déjà modifiés, l'IGN propose l'adoption d'une nouvelle projection cartographique appelée Lambert 2005.

### Abstract

*The National Geographical Institute (B) has constructed a new geodetic reference frame (BeRef) for Belgium using space geodetic techniques. This new reference, designed and built during the last 15 years, is realized through ETRS89 and uses the GRS80 ellipsoid. To profit as much as possible from the quality of this new reference and to avoid all useless transformations towards the old systems already re-transformed, the NGI proposes the adoption of a new cartographic projection, called Lambert 2005.*

## I. INTRODUCTION

Le département de la géodésie de l'Institut Géographique National a réalisé un nouveau système de référence géodésique, sous-ensemble du système européen EUREF (*European Reference Frame*), dénommé BeRef pour *Belgium Reference* (IGN, 2006b) Dans ce système tridimensionnel géocentrique, les coordonnées associées au datum européen ETRS89 et exprimées sous formes de longitudes, latitudes et hauteurs ellipsoïdales, assurent une cohérence au niveau centimétrique.

La mise en place de cette nouvelle référence commencée en 1988, a été réalisée entièrement avec la technique GPS, et s'est achevée en 2002.

Le réseau de référence, constitué de 36 points dont 4 points font partie du réseau EPN (*Euref Permanent Network*), a été ajusté en un ensemble prenant appui sur 7 points EPN. L'écart standard sur les coordonnées varie de 3,5 à 5,6 millimètres.

La densification de ce réseau est constituée de quelque 4.000 points ; ceux-ci ont été ajustés en un ensemble prenant appui sur les points BeRef. L'écart standard sur les coordonnées varie de 8 à 17 millimètres.

De plus, les coordonnées des stations GPS permanentes

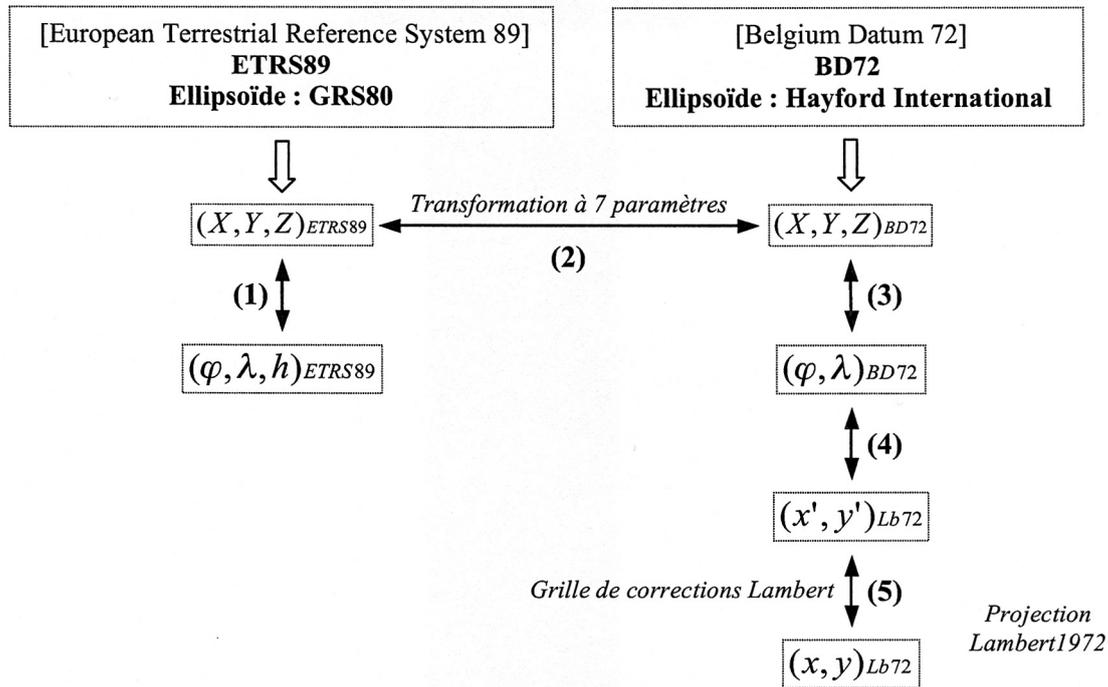
de l'Active Geodetic Network (IGN, 2005), soit les réseaux WALCORS, FLEPOS et GPSBru couvrant respectivement les régions wallonne, flamande et bruxelloise, ont été déterminées dans le système de référence BeRef.

Depuis déjà plusieurs années, tout utilisateur professionnel de la technique GPS s'appuie sur ce nouveau système de référence. Cependant, actuellement, le datum géodésique officiel belge est le *Belgian Datum 1972* (BD72) et la projection cartographique qui y est associée est le *Lambert 1972* (IGN, 2006a).

C'est pourquoi, le département de la géodésie de l'IGN a déterminé les paramètres et les transformations mathématiques nécessaires permettant d'assurer au mieux le passage entre les deux systèmes ETRS89 et BD72.

## II. PASSAGE DES COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES ETRS89 VERS LES COORDONNÉES PLANES LAMBERT 1972

Étant donné la présence de 2 systèmes géodésiques distincts, le passage des coordonnées géographiques ETRS89 vers les coordonnées planes Lambert 1972 demande pas moins de 5 étapes, décrites dans la figure 1 ci-après.



**Figure 1.** Passage des coordonnées géographiques ETRS89 vers les coordonnées planes Lambert 1972

- (1) La transformation des coordonnées géographiques *ETRS89* en coordonnées géocentriques *ETRS89* est une transformation directe qui s'effectue sur un même ellipsoïde et qui n'implique aucune déformation ni perte de précision.
- (2) La transformation des coordonnées géocentriques *ETRS89* en coordonnées cartésiennes géocentriques *BD72* implique un changement d'ellipsoïde et elle est résolue par une transformation à 7 paramètres.
- (3) La transformation des coordonnées géocentriques *BD72* en coordonnées géographiques *BD72* est aussi une transformation directe sur un même ellipsoïde.
- (4) La transformation des coordonnées géographiques *BD72* en coordonnées planes *Lambert1972 approchées* est une application de la formulation standard de la projection Lambert.
- (5) La dernière étape, soit le calcul des corrections  $\Delta x$  et  $\Delta y$  sur les grilles de correction Lambert72, réclame une explication. La transformation à 7 paramètres précédente ne prenait pas en compte les variations locales existant entre les deux systèmes géodésiques. Par conséquent, la comparaison des coordonnées Lambert calculées (*approchées*), avec les coordonnées Lambert connues, conduit à des écarts en  $x$  et en  $y$ . Ces écarts ont été modélisés en deux grilles régulières appelées *grilles de corrections Lambert72*. L'application des corrections  $\Delta x$  et  $\Delta y$  calculées respectivement sur la grille  $x$  et sur la grille  $y$ , fournit un écart standard de 1,2 cm sur les coordonnées planes Lambert 72.

**Tableau 1.** Paramètres de la projection Lambert 2005

Projection Lambert 2005		
	Identité	GRS80
Ellipsoïde	$\frac{1}{2}$ grand axe (a)	6.378.137,0 m
	Aplatissement (f)	1 / 298,257222101
Parallèles standard	$\varphi_1$	49° 50' N
	$\varphi_2$	51° 10' N
Origine	Latitude origine	50° 47' 52" 134 N
	Méridien central	4° 21' 33" 177 E
Coordonnées de l'origine	$x_0$	150.328,0 m
	$y_0$	166.262,0 m

### III. LA NOUVELLE PROJECTION LAMBERT 2005

Les transformations mathématiques précédentes réalisent la compatibilité entre l'ancien système belge BD72 et le nouveau système BeRef ; elles assurent le passage entre le passé et le présent.

Néanmoins, appliquer ces transformations à un positionnement précis par GPS pour que les coordonnées obtenues correspondent au mieux à des coordonnées existantes moins précises engendre des distorsions (aussi petites soient-elles). Il est plus approprié de maintenir la précision du nouveau réseau géodésique (et de toutes les applications topographiques et cartographiques qui en découlent) en adoptant celui-ci comme référence officielle nationale.

De plus, pour bénéficier au mieux de la qualité de la nouvelle référence BeRef, il est souhaitable de développer une nouvelle projection Lambert sur GRS80, ellipsoïde associé au système GPS. Une projection conique conforme sécante de Lambert appelée *Lambert 2005* (*Lb05*) a été retenue pour une utilisation cartographique de ce nouveau système géodésique.

Les paramètres de la projection ont été choisis de manière à ce qu'aucune confusion ne puisse être relevée avec les coordonnées Lambert 1972. Les écarts entre les coordonnées Lb72 et Lb05 sont de l'ordre de 1 kilomètre en x et en y.

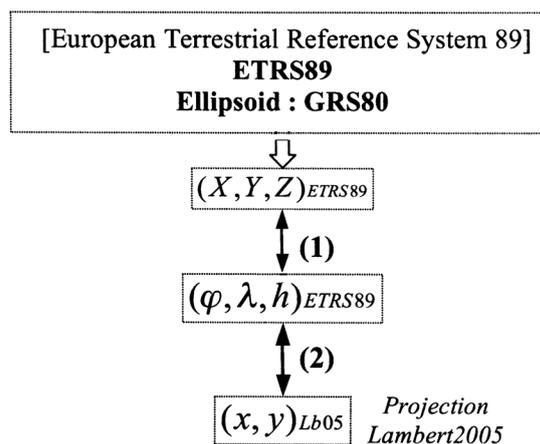
Une représentation plane conforme respecte les directions (angles) mais entraîne des altérations linéaires qui sont fonction uniquement de la latitude (tableau 2). L'échelle est exacte le long des parallèles fondamentaux. Au-delà de ceux-ci les corrections d'échelles sont positives, tandis qu'entre les parallèles fondamentaux, les corrections d'échelles sont négatives.

**Tableau 2.** Correction d'échelle en fonction de la latitude

Latitude	Correction d'échelle en cm/km
49° 30	8,4
49° 40	3,8
49° 50	0,0
50° 00	-2,9
50° 10	-5,1
50° 20	-6,3
50° 30	-6,8
50° 40	-6,3
50° 50	-5,1
51° 00	-3,0
51° 10	0,0
51° 20	3,8
51° 30	8,5

### IV. PASSAGE DES COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES ETRS89 VERS LES COORDONNÉES PLANES LAMBERT 2005

Le passage des coordonnées géographiques ETRS89 vers les coordonnées planes est évidemment simplifié par la définition de la nouvelle projection Lambert 2005, et ne réclame que deux étapes, comme indiqué ci-après.



**Figure 2.** Passage des coordonnées géographiques ETRS89 vers les coordonnées planes Lambert 2005

(1) La transformation des coordonnées géocentriques *ETRS89* en coordonnées géographiques *ETRS89* est une transformation directe sur un même ellipsoïde.

(2) La transformation des coordonnées géographiques *ETRS89* en coordonnées planes est une application immédiate de la formulation standard de la projection Lambert avec les nouveaux paramètres de la *Lambert 2005*.

### BIBLIOGRAPHIE

IGN 2005. *Active Geodetic Network*, Institut Géographique National, Bruxelles (<http://www.ngi.be/agn/FR/FR0.shtm>).

IGN 2006a. *Systèmes de référence planimétriques : Belgian Datum 1972*, Institut Géographique National, Bruxelles (<http://www.ngi.be/FR/FR2-1-5-1-5.shtm>).

IGN 2006b. *Systèmes de référence planimétriques : BEREf*, Institut Géographique National, Bruxelles (<http://www.ngi.be/FR/FR2-1-5-1-6.shtm>).

Adresse de l'auteur :

Philippe LAMBOT  
Institut Géographique National  
13 Abbaye de la Cambre  
B-1000 Bruxelles  
pla@ngi.be

