

**FORMULATION STANDARDISEE DE LA REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE  
DE LAMBERT EN USAGE EN BELGIQUE PAR LA DEFINITION D'UN  
NOUVEAU MERIDIEN CENTRAL.**

par Joël VAN CRANENBROECK,  
GPS Product Manager à la division Géodésie de la société VAN  
HOPPLYNUS Instruments S.A. - Bruxelles, Mars 1994.

**SOMMAIRE**

1. Motivation
2. Formulation proposée par l'Institut Géographique National
  - 2.1. Introduction
  - 2.2. Les datums géodésiques de 1950 et de 1972
  - 2.3. Détermination des paramètres de transformation
3. Formulation standardisée à l'aide du nouveau méridien central
4. Conclusions
5. Remerciements
6. Références
7. Annexe I - Application au Système GPS 200 de LEICA
8. Annexe II - Programmation

**1. MOTIVATION**

Les logiciels de traitement des données topographiques intègrent la correction d'altération projective dans la réduction des distances. Pour que le processus soit automatique, l'utilisateur doit introduire les paramètres de la représentation cartographique en vigueur.

D'autres part, avec l'avènement de la topométrie par GPS, les logiciels embarqués sur les contrôleurs des senseurs et les logiciels de post-traitement requièrent également et, après transformation des coordonnées WGS 84 en HAYFORD 24

comme c'est le cas en Belgique, l'introduction des paramètres de la représentation cartographique considérée.

Les informations issues de la brochure "Systèmes de référence et formules de transformation en usage en Belgique" [1] publiée par la direction de la Géodésie de l'Institut Géographique National, sont difficilement exploitables pour satisfaire les utilisations mentionnées ci-avant.

Des modifications ayant été apportées dans la définition même du système de représentation cartographique.

En effet, le méridien central retenu dans la définition des coordonnées "système 1950" n'a pas été conservé dans la définition des coordonnées "système 1972".

Afin de minimiser les différences introduites par l'adoption de ce nouveau système, une rotation et deux translations ont été ajoutées aux formules classiques.

D'autres part, suite aux faiblesses des moyens de calculs dont disposait l'I.G.M. en 1950, il est proposé dans la même brochure de tenir constantes les valeurs numériques fonctions des deux parallèles automécoïques.

En 1988, C. POITEVIN [2], proposait d'adopter deux nouveaux parallèles automécoïques calculés sur base des valeurs obtenues par R.MARCHANT en 1950 [3] et soulignait déjà l'intérêt de disposer d'une définition plus conventionnelle de la représentation cartographique de Lambert en Belgique.

Il était donc primordial d'envisager une nouvelle formulation de ces équations avec comme résultat un jeu de paramètres standard reconnu par la majorité des logiciels d'application.

## 2. FORMULATION PROPOSEE PAR L'INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL

### 2.1 Introduction

La projection de Lambert belge est une projection conique conforme avec deux parallèles sécants. Cette projection est complètement déterminée si les paramètres suivants sont définis :

1. *Les paramètres géométriques de l'ellipsoïde de référence, à savoir le demi-grand-axe  $a$  et l'aplatissement  $f$ .*

On a choisi pour la projection de Lambert belge, l'ellipsoïde International de HAYFORD. ( adopté en 1924 )

$$a=6378388m$$

$$f=\frac{1}{297}$$

2. Les latitudes de deux parallèles fondamentaux.

Pour la Belgique ces valeurs sont :

$$\varphi_1 = 49^\circ 50' \quad \varphi_2 = 51^\circ 10'$$

3. Le datum géodésique.

En Belgique, le réseau géodésique a été compensé deux fois depuis 1945. La compensation de 1950 a donné lieu aux coordonnées Lambert 50, tandis que la compensation de 1969 est à l'origine des coordonnées Lambert 72. Lors de la compensation de 1969, l'origine du méridien fondamental a été changée, sans toutefois modifier les latitudes des deux parallèles fondamentaux.

## 2.2 Les datums géodésiques de 1950 et de 1972

Dans [1], la direction de la Géodésie propose de "tracer une image plus claire d'une situation qui, dans le passé, a trop souvent donné lieu à des malentendus".

J. LOODTS dans son "Historique de la Triangulation en Belgique" [4] est plus explicite :

"Plus embarrassant est le problème de l'adoption d'un nouveau système de coordonnées rectangulaires : tous les travaux exécutés dans le pays l'ont été à partir de la compensation de 1950 dont les coordonnées diffèrent grandement de celles de 1969, principalement du fait que les méridiens centraux sont décalés et, très accessoirement, du fait que le système de mesures et le principe de compensations sont quelques peu différents. Une façon, à première vue attrayante, de rapprocher les coordonnées dans les deux systèmes, serait de réaliser une translation du système 1969 pour donner des coordonnées identiques au point fondamental et d'effectuer ensuite une rotation autour du point fondamental, égale à la convergence méridienne entre les deux méridiens centraux. (...) L'adoption d'une telle transformation pose toutefois de multiples problèmes pratiques; les études doivent être poursuivies pas à pas avant de prendre une décision définitive."

Dans la compensation de 1950 le méridien central ( l'axe Y du système de coordonnées Lambert ) passait par l'ancien Observatoire de Bruxelles et avait comme valeur :

Lors de la compensation de 1969, le nouveau méridien central passe par le point fondamental du réseau géodésique, situé

$$\lambda_{0,50} = 4^{\circ}22'04''710 E$$

à l'Observatoire Royal de Belgique à Uccle et a pour valeur numérique :

$$\lambda_{0,72} = 4^{\circ}21'24''983 E$$

Le choix d'un nouveau méridien central n'a pas modifié les constantes Lambert  $n$  et  $K$ . Ces constantes peuvent être déterminées à partir des formules suivantes :

$$b = a(1 - f)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$A = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

$$\tan \frac{Z}{2} = \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \left(\frac{1 + e \sin \varphi}{1 - e \sin \varphi}\right)^{\frac{e}{2}}$$

$$n = \frac{\log \cos \varphi_1 - \log \cos \varphi_2 - \log A_1 + \log A_2}{\log \tan \frac{Z_1}{2} - \log \tan \frac{Z_2}{2}}$$

$$K = \frac{a \cos \varphi_1}{A_1 n \left(\tan \frac{Z_1}{2}\right)^n} = \frac{a \cos \varphi_2}{A_2 n \left(\tan \frac{Z_2}{2}\right)^n}$$

En 1950, R. MARCHANT [3] a déterminé les valeurs numériques de  $n$  et  $K$ . Avec les moyens de calcul dont l'I.G.M. disposait à l'époque, il a trouvé pour  $n$  et  $K$  :

$$n = 0.7716421928$$

$$K = 11565915.812935$$

Il est évident qu'avec les moyens de calculs actuels, il est possible de déterminer ces constantes avec plus de précision.

La direction de la Géodésie en [1] estime "afin d'éviter des malentendus ou des confusions" qu'il n'est pourtant pas souhaitable de modifier ces valeurs numériques et donc

n'autorise pas l'utilisation d'un programme de transformation standard qui, partant des valeurs des deux parallèles automécoïques, donnerait d'autres valeurs pour  $n$  et  $K$ .

Nous suivrons, nous, la recommandation de C. POITEVIN qui en [2] propose simplement de modifier la valeur des deux parallèles automécoïques afin de produire par calcul les mêmes constantes que celles déterminées par R. MARCHANT. Les deux nouveaux parallèles automécoïques ont pour valeurs numériques :

$$\varphi_1 = 49^{\circ}833\ 333\ 898\ 758\ 373\ 1$$

$$\varphi_2 = 51^{\circ}166\ 667\ 232\ 091\ 706\ 4$$

Pour éviter des coordonnées négatives en Belgique, une fausse origine a été choisie située à  $X_0$  mètres à l'Ouest du méridien central et à  $Y_0$  mètres au Sud du centre des arcs représentant les cercles parallèles. Le rayon  $R$  de ces arcs peut être déterminé par :

$$R = K \left( \tan \frac{Z}{2} \right)^n$$

L'angle que fait le méridien de longitude  $\lambda$  avec le méridien central ou méridien origine est appelé  $\theta$ .

$$\theta = n(\lambda - \lambda_0)$$

Les coordonnées Lambert sont finalement données par :

$$X = X_0 - R \sin \theta$$

$$Y = Y_0 - R \cos \theta$$

### 2.3 Détermination des paramètres de transformation

Pour la détermination des paramètres de transformation, rappelons que l'objectif était de conserver les coordonnées Lambert 1950 du point fondamental actuel.

Les coordonnées Lambert 1950 du point fondamental IGN 31G03C1 à l'Observatoire Royal de Belgique sont :

$$X_{50} = 149256.456 \text{ m} \quad Y_{50} = 165373.012 \text{ m}$$

Les coordonnées géodésiques correspondantes dans la

compensation de 1950 sont :

$$\varphi_{50} = 50^{\circ}48'00''566 \text{ N} \quad \lambda_{50} = 4^{\circ}21'26''741 \text{ E}$$

1. Détermination du paramètre de rotation  $\alpha$  :

Le paramètre de rotation  $\alpha$  est identique à l'angle que fait le méridien central passant par le point fondamental actuel dans le réseau géodésique de 1950 avec l'ancien méridien central passant par l'ancien Observatoire de Bruxelles. Cet angle  $\alpha$  peut donc être déterminé par la formule classique :

$$\alpha = \theta = n(\lambda_{0,50} - \lambda_{50}) = 29''2985$$

2. Détermination des paramètres de translation  $\Delta X$  et  $\Delta Y$  :

Pour le point fondamental de l'Observatoire Royal de Belgique, les paramètres de translation  $\Delta X$  et  $\Delta Y$  sont donnés par :

$$\Delta X = (R_{72} - R_{50}) \sin \alpha = 0.01256 \text{ m}$$

$$\Delta Y = (R_{72} - R_{50}) \cos \alpha = 88.4378 \text{ m}$$

Finalement, nous obtenons les formules suivantes :

$$X = 150\,000 + \Delta X + R \sin(\theta - \alpha) = 150\,000.013 + R \sin(\theta - \alpha)$$

$$Y = 5\,400\,000 + \Delta Y - R \cos(\theta - \alpha) = 5\,400\,088.438 - R \cos(\theta - \alpha)$$

L'exemple numérique de [1] est repris ci-dessous :

**DONNEES** : Il s'agit de calculer les coordonnées  $X$  et  $Y$  Lambert d'un point dont on connaît les coordonnées géodésiques  $\varphi$  et  $\lambda$  repérées sur l'ellipsoïde de HAYFORD 24

$$\varphi = 50^{\circ}40'46''461$$

$$\lambda = 5^{\circ}48'26''533$$

**SOLUTION** : On utilise les formules exposées ci-avant

$$b = 6356911.946 \text{ m}$$

$$e^2 = 0.00672267002$$

$$\tan \frac{z}{2} = 0.359134025$$

$$R = 5248040.9863 \text{ m}$$

$$\theta = 1^{\circ}119213414$$

$$X = 251763.204 \text{ m}$$

$$Y = 153034.174 \text{ m}$$

### 3. FORMULATION STANDARDISEE A L'AIDE DU NOUVEAU MERIDIEN CENTRAL

Il est évident que les formules de transformation développées dans les nombreux logiciels du marché, n'intègrent pas cette rotation  $\alpha$  et par le fait même privent les utilisateurs belges de fonctionnalités importantes. Nous en citerons deux caractéristiques déjà évoquées dans le premier paragraphe :

#### 1. La correction d'altération projective :

Toutes les distances réduites des effets de réfraction, de la pente, et de la réduction à l'ellipsoïde doivent encore être corrigées de l'altération projective Lambert pour pouvoir être exploitées dans le calcul.

Cette correction est loin d'être négligeable puisqu'elle peut atteindre  $-6.75 \text{ cm / Km}$  et plus de  $+8.38 \text{ cm / Km}$ .

Même si l'on mesure peu de distance excédant le kilomètre, ce phénomène prend rapidement de l'ampleur lorsqu'on réalise un cheminement polygonal.

Si on a par exemple un développement de 15 Km, qui s'étend en direction Est-Ouest, on obtiendra, par addition des corrections sur toutes les distances, à peu près la même correction que l'on aurait eu sur une distance de 15 Km.

Beaucoup d'erreurs de fermeture "inexplicables" trouvent leur origine dans la négligence de cette correction.

Actuellement des logiciels, tel que LISCAD Plus de LEICA intègrent ce type de correction. L'utilisateur doit simplement "cocher" une case pour rendre la correction effective et bien sûr introduire au préalable les paramètres de la représentation cartographique de Lambert belge.

## 2. La transformation des coordonnées WGS 84 en Lambert Belge:

Après avoir réalisé la transformation, par les approches classiques ou par interpolation, des coordonnées WGS 84 en latitude et longitude HAYFORD 24, la dernière étape requiert la transformation de ces mêmes latitudes et longitudes en X, Y Lambert. Si le logiciel SKI de LEICA autorise le lien avec des programmes utilisateurs ( \*.EXE ) il n'en est pas de même pour le logiciel embarqué dans les contrôleurs des senseurs.

L'avènement de la méthode RTDGPS produisant des coordonnées directement sur site avec une précision centimétrique nécessite également une formulation standard.

### Comment obtenir dès lors des formules standardisées ?

En partant de la relation évoquée en [1] décrivant comment obtenir la valeur de  $\alpha$  nous pouvons aisément poser les relations suivantes :

$$\alpha = n (\lambda_{0.50} - \lambda_{50})$$

d'où :

$$\theta - \alpha = n(\lambda - \lambda_{0.72}) - n(\lambda_{0.50} - \lambda_{50})$$

Ou encore :

$$\theta - \alpha = n(\lambda - [\lambda_{0.72} + \lambda_{0.50} - \lambda_{50}])$$

Que nous simplifions en introduisant le nouveau méridien central qui a pour valeur :

$$\lambda_{\text{nouveau}} = \lambda_{0.72} + \lambda_{0.50} - \lambda_{50} = 4^{\circ}22'02''952$$

En rappel, les différentes valeurs des  $\lambda$  sont :

$$\lambda_{0.72} = 4^{\circ}21'24''983$$

$$\lambda_{0.50} = 4^{\circ}22'04''710$$

$$\lambda_{50} = 4^{\circ}21'26''741$$

Et en posant  $\theta - \alpha = \gamma$  comme J.-J. LEVALLOIS l'utilise dans



[6], nous obtenons les formules standardisées suivantes :

$$\gamma = n(\lambda - \lambda_{\text{nouveau}})$$

$$X = 150\,000.013 + R \sin \gamma$$

$$Y = 5\,400\,088.438 - R \cos \gamma$$

Les paramètres de la représentation étant dès lors :

$$\text{Fausse Origine } X_0 = 150\,000.013 \text{ m}$$

$$\text{Fausse Origine } Y_0 = 5\,400\,088.438 \text{ m}$$

$$\text{Méridien Central} = 4^{\circ}22'02''952 \text{ E}$$

$$\text{Latitude de l'Origine} = 90^{\circ}00'00''000 \text{ N}$$

$$\text{Premier Parallèle Automécoïque} = 49^{\circ}50'00''00204 \text{ N}$$

$$\text{Second Parallèle Automécoïque} = 51^{\circ}10'00''00204 \text{ N}$$

#### 4. CONCLUSIONS

La définition du nouveau méridien central simplifie notablement les formules de transformations des coordonnées géodésiques en coordonnées rectangulaires Lambert et autorise maintenant l'usage de programmes standards développés pour la conversion des données.

Ce nouveau méridien central ne passe plus, ni par l'ancien Observatoire, ni par l'Observatoire Royal de Belgique à Uccle.

C'est le développement de logiciels intégrant la possibilité de convertir les coordonnées géodésiques en coordonnées rectangulaires et le calcul automatique de l'altération projective pour la réduction des distances qui ont incité l'auteur à trouver une formulation standardisée.

Il reste à souhaiter que ces nouvelles formules soient largement utilisées et constituent donc un nouveau standard.

## 5. REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes remerciements à Monsieur Marc VAN DEN HERREWEGEN Directeur de la Photogrammétrie à l'Institut Géographique National et à qui l'on doit la brochure [1] , à Monsieur Jean-Pierre MOUTON qui, en tant que Chef du Service de la Documentation Géodésique de l'Institut Géographique National, a pu vérifier l'exactitude de ces formules sur une grille répartie sur l'ensemble du Royaume, à Monsieur le professeur VAN TWEMBEKE de l'Ecole Royale Militaire pour ses remarques pertinentes et à Monsieur Christian POITEVIN de l'Observatoire Royal de Belgique qui a réservé un accueil enthousiaste à cette nouvelle formulation.

## 6. REFERENCES

- [1] *SYSTEMES DE REFERENCE ET FORMULES DE TRANSFORMATION EN USAGE EN BELGIQUE* - I.G.N. Mai 1989 - D/1989/0911/1
- [2] *UNE DEFINITION PLUS PRECISE DES CONSTANTES BELGES DE LA REPRESENTATION PLANE CONFORME DE LAMBERT* par C. POITEVIN - C.G.I/O.R.B. 1988 publié dans le bulletin de la Société Belge de Photogrammétrie-Téledétection et Cartographie - N°171-172 Septembre Décembre 1988.
- [3] *TABLES NUMERIQUES DE LA "PROJECTION DE LAMBERT" BELGE* par R. MARCHANT Ingénieur Principal - I.G.M. 1950
- [4] *HISTORIQUE DE LA TRIANGULATION EN BELGIQUE* par J. LOODTS Ing. Civil A.I.A. Géographe, chef du service de Triangulation et d'Astronomie - I.G.M. 1969
- [5] *LA NOUVELLE COMPENSATION DU RESEAU NATIONAL DE TRIANGULATION EN 1972* - par J. LOODTS et R. CHEVALIER - I.G.M. 1972
- [6] *GEODESIE GENERALE - Tome 2 - "Géodésie Classique Bidimensionnelle"* par J.-J. LEVALLOIS - Editions EYROLLES Paris 1970

## 7. ANNEXE I - APPLICATION AU SYSTEME GPS 200 DE LEICA

Le système GPS 200 développé par la firme LEICA se compose de senseurs ( récepteurs et antennes ), de contrôleurs ( ordinateur de contrôle et de saisie ), des alimentations et des câbles ainsi que des logiciels associés.

Ce système remporte un important succès auprès des professionnels de la mesure puisqu'en date de cet article la Belgique compte plus de 11 utilisateurs.

Depuis la version 2.20 du logiciel embarqué dans les contrôleurs CR233 et CR244 nous trouvons dans le menu **CONFIGURATION [0200]**, le menu **COORDINATE TYPE [0280]** qui permet d'exprimer les résultats de navigation, directement en coordonnées cartographiques Lambert belge.

La procédure suivante est à suivre pas à pas :

**[0280] CONFIG Coordinate Type**

Type : WGS 84 GEODETIC

Appuyer sur **F2 (DEFINE)** pour obtenir le pannel **[0281]**

**[0281] CONFIG LOCAL Coordinates**

Appuyer sur **F2 (ELLIP)**

Appuyer sur **F6 (ADD)**

- name : HAYFORD 1924
- Axis "a" : 6378 388,0
- 1/Flattening : 297

Appuyer sur **F2 (STORE)** puis sur **F1 (CONT)** pour revenir au panel **[0281]**

Appuyer sur **F3 (TRANS)**

Appuyer sur **F6 (ADD)** puis compléter avec les paramètres obtenus par le module DATUM & MAP utilisant l'approche classique.

Appuyer sur **F4 (PROJ)** pour obtenir le panel

**[0285] CONFIG MAP Projection**

Appuyer sur **F6 (ADD)**

- name : BELGIAN LAMBERT
- type : LAMBERT

Appuyer sur **F1 (NEXT)**

- False Easting : 150.000,013 m
- False Northing : 5.400.088,438 m
- Latitude of Origin : 900.00.00.00000 N
- Central Méridien : 4022'02".952

Appuyer sur **F1 (NEXT)**

- Standard Parallel 1 : 49050'00"00204 N
- Standard Parallel 2 : 51010'00"00204 N

## [0280] CONFIG Coordinate Type

Type : Local Grid

### 8. ANNEXE II - PROGRAMMATION

Nous avons rédigé un programme afin d'illustrer le caractère standard de la formulation proposée. Le langage C a été retenu pour son caractère désormais universel dans les applications scientifiques.

```
/*
 *   Programme : GEO2LAMB.C
 *
 *   Langage   : MicroSoft C version 5.1
 *
 *   Notes     : voir "Formulation standardisee de la representation
 *               cartographique de Lambert en usage en Belgique par la
 *               definition d'un nouveau meridien fondamental." de
 *               Joel VAN CRANENBROECK , GPS Product Manager VH Instr.
 *               Bruxelles, Mars 1994
 */

#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <float.h>

#define PI 3.1415926535898

main()
{
    double dms_rad();
    double dms_dd();
    double rad_dms();
    double dd_dms();

    double longitude,
           latitude,
           meridian,
           latori,
           firstpll, secndpll;

    double d_longitude,
           d_latitude,
           d_meridian,
           d_latori,
           d_firstpll, d_secndpll;

    double a , f , b , e , e2 , A1 , A2 , n , tanz1 , tanz2 , tanzi , K1 , K2 , R , t ;
    double xo , yo , x , y ;

    printf("Longitude, Latitude GEODESIQUE en X, Y LAMBERT 2//\n\n");

    /*
     *   introduction des donnees
     */

    printf("Ellipsoide de Reference   a = 6378388           : ");
    scanf("%lf", &a);
    printf("Ellipsoide de Reference 1/f = 297           : ");
```

```

scanf("%lf",&f);
printf("False Northing                    Yo = 5400088.438   : ");
scanf("%lf",&yo);
printf("False Easting                     Xo = 150000.013   : ");
scanf("%lf",&xo);
printf("Central Meridian                   4.22' 02\" 952   : ");
scanf("%lf",&d_meridian);
printf("Latitude of Origin                 90.00' 00\" 00000 : ");
scanf("%lf",&d_latori);
printf("First Standard Parallel           49.50' 00\" 00204 : ");
scanf("%lf",&d_firstpll);
printf("Second Standard Parallel          51.10' 00\" 00204 : ");
scanf("%lf",&d_secndpll);

printf("Latitude of point DMS                : ");
scanf("%lf",&d_latitude);
printf("Longitude of point DMS               : ");
scanf("%lf",&d_longitude);

/*
 *   conversion des degres, minutes, secondes en radians
 */

latitude = dms_rad(d_latitude);
longitude = dms_rad(d_longitude);
meridian = dms_rad(d_meridian);
firstpll = dms_rad(d_firstpll);
secndpll = dms_rad(d_secndpll);
latori = dms_rad(d_latori);

/*
 *   calcul des constantes de la representation cartographique
 */

/*
 *   demi-petit axe de l'ellipsoide
 */

b = a * ( 1.0 - (1.0/f));
printf(" b = %12.3f\n",b);

/*
 *   excentricite
 */

e2 = (a * a - b * b)/(a * a);
printf(" e2 = %15.14f\n",e2);
e = sqrt(e2);

A1 = sqrt(1.0 - e2 * sin(firstpll) * sin(firstpll));
A2 = sqrt(1.0 - e2 * sin(secndpll) * sin(secndpll));
printf("A1 = %lf\n",A1);
printf("A2 = %lf\n",A2);

tanz1 = tan(latori/2.0 - firstpll/2) *
        pow((1.0 + e * sin(firstpll))/(1.0 - e *
sin(firstpll)),e/2.0);
tanz2 = tan(latori/2.0 - secndpll/2) *
        pow((1.0 + e * sin(secndpll))/(1.0 - e *
sin(secndpll)),e/2.0);

n = (log(cos(firstpll)) - log(cos(secndpll)) - log(A1) + log(A2)) /
    (log(tanz1) - log(tanz2));
printf("Constante Lambert n = %15.14f\n",n);

K1 = (a * cos(firstpll)) / (A1 * n * pow(tanz1,n));
K2 = (a * cos(secndpll)) / (A2 * n * pow(tanz2,n));
printf("Constante Lambert K1 = %20.6f\n",K1);
printf("Constante Lambert K2 = %20.6f\n",K2);

tanzi = tan(latori/2.0 - latitude/2) *
        pow((1.0 + e * sin(latitude))/(1.0 - e *

```

```

sin(latitude)),e/2.0);
printf("tan z = %15.14f\n",tanzi);

/*
 *   calcul du Rayon
 */

R = K1 * pow(tanzi,n);
printf("Rayon = %20.6f\n",R);

/*
 *   calcul de Theta
 */

t = n * (longitude - meridian);
printf("teta = %15.10f\n",rad_dms(t));

/*
 *   calcul final produisant les coordonnees x et y Lambert
 */

x = xo + R * sin(t);
y = yo - R * cos(t);

printf("X = %15.4f\n",x);
printf("Y = %15.4f\n",y);
}

/*****
/* Function : dms_dd
/* Descrip. : convert from Degrees,Minutes,Seconds to Decimal Degrees
*****/

double dms_dd(x)
double x;
{
    double a,b,c,d;
    int f = 0;

    x +=1e-14;
    if (x <0.)
    {
        x = -x;
        f = 1;
    }
    a = floor(x);
    b = (x-a)*100.;
    c = floor(b);
    d = (b-c)*100.;
    x = a + c/60. + d/3600.;
    if ( f == 1 )
        x = -x;
    return x ;
}

/*****
/* Function : dms_rad
/* Descrip. : convert from Degrees,Minutes,Seconds to Radians
*****/

double dms_rad(x)
double x;
{
    return x = dms_dd(x) * PI / 180.0;
}

/*****
/* Function : dd_dms
/* Descrip. : convert from Decimal Degrees to Degrees,Minutes,Seconds
*****/

double dd_dms(x)
double x;

```

```

{
  double a,b,c,d;
  int f = 0;

  x +=1e-14;
  if (x <0.)
  {
    x = -x;
    f = 1;
  }
  a = floor(x);
  b = x - a;
  if (b > .999999999999999 )
    a = a +1;
  else
  {
    b = b * 60.;
    c = floor(b);
    d = b - c;
    if (d > .9999999 )
    {
      c = c +1;
      d = 0.;
    }
    else
      d = d * 60.;
    if ( c > 59.99999 )
    {
      c = 0.0;
      a = a + 1.0;
    }
  }
  x = a + c/100. + d/10000.;
  if ( f == 1 )
    x = -x;
  return x ;
}

/*****
/* Function : rad_dms
/* Descrip. : convert from Radians to Degrees,Minutes,Seconds
*****/

double rad_dms(x)
double x;
{
  return x = dd_dms(x * 180.0 / PI);
}

```

Toutes informations complémentaires concernant cette nouvelle formulation et ses implications pratiques peuvent être obtenues auprès de :

**Joël VAN CRANENBROECK**

**VAN HOPPLYNUS Instruments S.A. - Division Géodésie**  
**Rue du Gouvernement Provisoire, 14**  
**B - 1000 BRUXELLES**

téléphone : 02/210.14.11  
télécopieur : 02/218.83.57