

INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL

**TRANSFORMATION DE COORDONNEES
NTF – RGF93**

FORMAT DE GRILLE NTV2

Service de Géodésie et Nivellement

*Alain HARMEL
Novembre 2007*

TRANSFORMATION DE COORDONNEES NTF – RGF93

FORMAT DE GRILLE NTV2

Introduction	3
1/ Principe de la conversion gr3d97a.txt -> ntf_r93.gsb	4
1-1/ Organisation des nœuds de grille.....	4
1-2/ Arguments en entrée	5
1-3/ Paramètres de transformation :	5
2/ Présentation de la grille au format NTV2	5
3/ Utilisation de la grille au format NTV2	6
4/ Vérification sur un jeu test	9

Introduction

L'IGN fournit une grille de transformation de coordonnées NTF–RGF93 (« grille GR3D97A ») sous forme d'un fichier texte correspondant à certaines spécifications [NTG 88 IGN/SGN avril 1997 http://www.ign.fr/telechargement/MPro/geodesie/CIRCE/NTG_88.pdf].

Bien que largement utilisé par différents développeurs, le format de cette grille ne fait pas l'objet d'un standard suffisamment reconnu. Il est d'ailleurs à noter qu'aucune norme n'a été proposée dans le domaine de ce type de grille. Un standard « de facto » a pu toutefois émerger au travers du format utilisé par *Geomatics Canada* : NTV2 (*National Transformation Version2*) [NTV2 Developer's Guide Junkins and Farley, 1995].

Le format NTV2 est directement utilisable dans bon nombre de logiciels libres (PROJ4 ...). Il a donc été décidé d'effectuer la conversion de la grille GR3D97A dans ce format (ntf_r93.gsb).

Le format NTV2 est de type binaire, dépendant donc de la plateforme. En conséquence, deux fichiers sont fournis pour les plateformes de type « big endian » (Mac, Java VM) ou celles de type « little endian » (PC)

L'utilisation de cette nouvelle organisation de grille est présentée sous forme algorithmique simple. Enfin, un jeu test est proposé de manière à fournir des éléments de validation aux développeurs.

L'attention du lecteur est cependant attirée sur le fait que l'implémentation utilisant la grille originale « GR3D97A » (telle que dans le logiciel Circé) reste l'implémentation de référence.

1/ Principe de la conversion gr3d97a.txt -> ntf_r93.gsb

Dans leur conception, les deux types de grilles diffèrent par :

- l'organisation des nœuds de grille
- les arguments (coordonnées) en entrée
- les paramètres de transformation

1-1/ Organisation des nœuds de grille

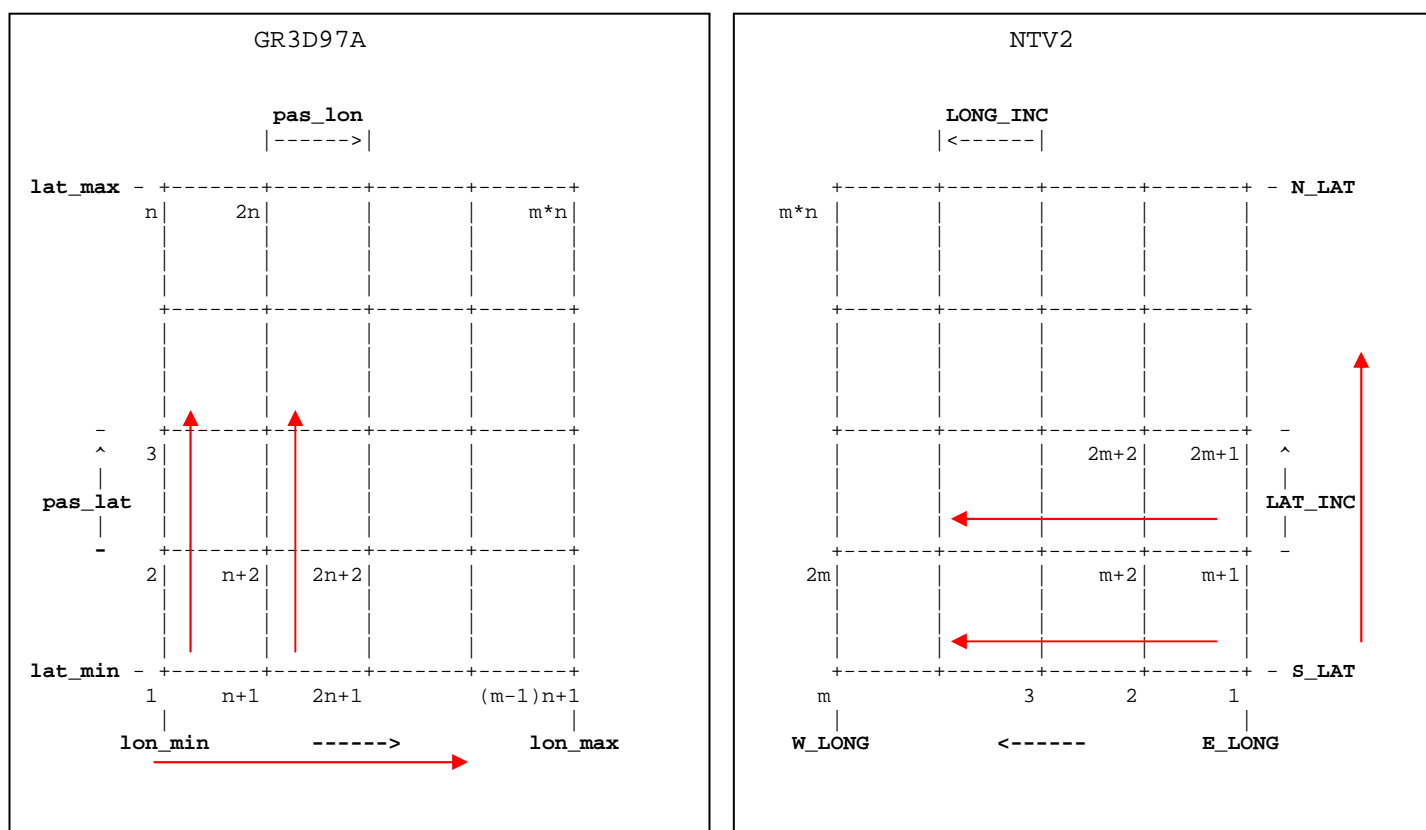


Fig-1 Organisation respective des grilles GR3D97A et NTV2

La grille GR3D97A de l'IGN est organisée séquentiellement d'Ouest en Est par colonnes successives Sud - Nord. Les longitudes sont considérées comme positives vers l'Est.

Le format NTV2 s'organise séquentiellement du Sud vers le Nord par lignes successives dans le sens Est - Ouest. Les longitudes sont alors considérées comme positives vers l'Ouest.

1-2/ Arguments en entrée

Les coordonnées géographiques au travers desquelles sont organisées les deux grilles ne sont pas de même nature :

- Pour la grille IGN, le système de référence des coordonnées est le RGF93. Ceci nécessite une première transformation approchée pour entrer dans la grille (ou itérer) si l'on cherche une précision millimétrique.
- Pour le format NTV2, le système de référence est celui de départ, donc NTF pour les transformations NTF->RGF93. La pratique d'utilisation (eg. PROJ4) amène comme spécification informelle que le système d'arrivée soit celui proche de WGS84.

1-3/ Paramètres de transformation

IGN : 3 paramètres de translation applicables aux coordonnées géocentriques cartésiennes (en mètres).

NTV2 : 2 différences de coordonnées géographiques (latitude, longitude) exprimées en secondes de degré.

Le processus de conversion va ainsi correspondre à un ré échantillonnage de la grille gr3d97a, à partir des mêmes coordonnées aux nœuds mais exprimées en NTF Greenwich. Deux à trois passages itératifs de transformation fournissent alors les coordonnées géographiques des nœuds en RGF93. Les différences de coordonnées sont alors tabulées dans le fichier binaire NTV2.

2/ Présentation de la grille au format NTV2

Le format NTV2 est un format binaire. Un fichier (extension .gsb) est ainsi une suite d'enregistrements de taille constante (16 octets).

Une première partie constitue l'en-tête comprenant un minimum de métadonnées nécessaires à l'exploitation.

La deuxième partie contient les paramètres de transformation proprement dits (4 champs : delta latitude, delta longitude, précision en latitude, précision en longitude).

Le dernier enregistrement (3^{ème} partie) est simplement une marque de fin de fichier : mot-clé 'END' et 0.0 sur 8 octets.

Il est à noter la dépendance de la représentation binaire à la plateforme informatique. Une plateforme est ici considérée comme la conjonction d'un processeur et du moteur qui l'utilise.

En général, le codage des nombres (entiers ou flottants) s'effectue par octet dans un ordre lié au processeur : « *big endian* » (eg. Motorola MAC) ou « *little endian* » (eg. Intel PC). Par ailleurs, pour assurer la compatibilité avec les protocoles de communication, certains langages de programmation peuvent avoir une représentation indépendante du processeur (eg. Java 'Virtual Machine' en « *big endian* »)

Tenant compte de ces éléments, l'IGN fournit les deux formes de fichier :

- « *little endian* » : ntf_r93_l.gsb
- « *big endian* » : ntf_r93_b.gsb

Le format NTV2 est bien documenté [NTV2 Developer's Guide Junkins and Farley, 1995]. Nous illustrons cependant ce format à partir d'une extraction ASCII avec, en partie droite, les représentations binaires (a8 ; chaîne de caractères sur 8 octets ; i4 : entier sur 4 octets ; r4 réel sur 4 octets ; r8 : réel sur 8 octets) :

NTV2 (représentation ASCII)

				# binaire	
NUM_OREC	11			# header a8,i4,i4	
NUM_SREC	11			# header a8,i4,i4	
NUM_FILE	1			# header a8,i4,i4	
GS_TYPE	SECONDS			# header a8,a8	
VERSION	IGN07_01			# header a8,a8	
SYSTEM_F	NTF			# header a8,a8	
SYSTEM_T	RGF93			# header a8,a8	
MAJOR_F	6378249.2			# header a8,r8	
MINOR_F	6356515			# header a8,r8	
MAJOR_T	6378137			# header a8,r8	
MINOR_T	6356752.31414036			# header a8,r8	
SUB_NAME	FRANCE			# header a8,a8	
PARENT	NONE			# header a8,a8	
CREATED	31/10/07			# header a8,a8	
UPDATED				# header a8,a8	
S_LAT	147600			# header a8,r8	
N_LAT	187200			# header a8,r8	
E_LONG	-36000			# header a8,r8	
W_LONG	19800			# header a8,r8	
LAT_INC	360			# header a8,r8	
LONG_INC	360			# header a8,r8	
GS_COUNT	17316			# header a8,i4,i4	
	0.3788420	1.2807140	0.0648330	0.0855770	# data r4,r4,r4,r4
	0.3796070	1.2942080	0.0648330	0.0855770	# data r4,r4,r4,r4
	0.3803850	1.3077390	0.0648330	0.0855770	# data r4,r4,r4,r4
	0.3812080	1.3213561	0.0648330	0.0855770	# data r4,r4,r4,r4
	...				
	-0.3943070	3.9832759	0.0647090	0.1048370	# data r4,r4,r4,r4
END	0.0				# end a8,r8

3/ Utilisation de la grille au format NTV2

Hors exploitation binaire de la grille NTV2, est présentée ci-après l'articulation logique du processus de transformation de coordonnées NTF->RGF93.

L'exemple d'un pseudo-code a été préféré à un long développement littéral et équationnel.

A noter : l'ordre des données géographiques IGN est de type « E-N » (longitude, latitude) contrairement à la pratique anglo-saxonne de type « N-E » (latitude, longitude).

```

PSEUDO CODE      intpol_gsb(longdd_NTF, latdd_NTF)
                  -> (dlon, dlat siglon, siglat, longdd_R93, latdd_R93)

#ENTREE :      longdd_NTF : longitude Greenwich NTF (degrés décimaux >0 : Est )
#              latdd_NTF  : latitude NTF           (degrés décimaux >0 : Nord)

lonw  = - longdd_NTF*3600          # secondes & convention canadienne
latn  =  latdd_NTF *3600          # secondes

SI    ( lonw>W_LONG OU lonw<E_LONG          # hors zone ?
        OU latn<S_LAT OU latn>N_LAT )      #
      RETOUR 'point hors grille'          # retour si hors zone

m = nint((W_LONG - E_LONG) / LONG_INC)+1   # nb méridiens
n = nint((N_LAT  - S_LAT ) / LAT_INC )+1   # nb parallèles

ise = int((lonw - E_LONG) / LONG_INC)      # num du méridien (coin SE) [0,m-1]
jse = int((latn - S_LAT ) / LAT_INC )      # num du parallèle (coin SE) [0,n-1]

x = (latn - S_LAT )/LAT_INC - jse          # SN dans la maille [0,1]
y = (lonw - E_LONG)/LONG_INC- ise         # EW dans la maille [0,1]

rec0 = NUM_OREC + NUM_SREC                # taille de l'en-tête
irse = rec0 + ise + jse * m                # num enregistrement SE
irsw = irse+1                              # num enregistrement SW
irne = irse+m                              # num enregistrement NE
irnw = irne+1                              # num enregistrement NW

SI (ise == m-1){irsw=irse;irnw=irne}      # point sur limite W;
SI (jse == n-1){irne=irse;irnw=irsw}     # point sur limite N;

LIRE_gsb (position = irse, ase[0..3])     # lecture fichier .gsb
LIRE_gsb (position = irsw, asw[0..3])     # -
LIRE_gsb (position = irne, ane[0..3])     # -
LIRE_gsb (position = irnw, anw[0..3])     # -

POUR (i=0 ; i<4 ; i++)                    # boucle sur les 4 valeurs
{
  d[i] = (1-x) * (1-y) * ase[i]           # pour interpolation bilinéaire
        +(1-x) * y   * asw[i]
        + x * (1-y) * ane[i]
        + x * y     * anw[i]
}

#SORTIE
dlon  = - d[1]/3600                      # delta long (degrés décimaux + E)
dlat  = + d[0]/3600                      # delta lat  (degrés décimaux + N)
siglon = d[3]/3600                       # précision E (degrés décimaux)
siglat  = d[2]/3600                       # précision N (degrés décimaux)
longdd_R93 = longdd_NTF + dlon            # longitude RGF93 (degrés décimaux)
latdd_R93  = latdd_NTF  + dlat            # latitude RGF93 (degrés décimaux)

```

FIN

Notes:

int : retourne la partie entière
nint : retourne l'entier le plus proche

Les paramètres « NUM_OREC, NUM_SREC, S_LAT, N_LAT, E_LONG, W_LONG, LAT_INC, LONG_INC » doivent être lus dans l'en-tête du fichier .gsb :

```

NUM_OREC  11
NUM_SREC  11
...
S_LAT     147600
N_LAT     187200
E_LONG    -36000
W_LONG    19800
LAT_INC   360
LONG_INC  360

```

L'utilisation pratique de l'algorithme ci-dessus peut être déclinée dans les deux sens, ie. NTF vers RGF93 (la logique du passage au nouveau système de référence) ou RGF93 vers NTF (pour des raisons historiques par exemple).

A noter que, dans le deuxième cas (RGF93->NTF), un processus itératif est à considérer si l'on cherche une *résolution* millimétrique (ce qui pourra être le cas lors d'une validation en allers-retours multiples).

```
# NTF -> RGF93
# utilisation directe de l'algorithme

(longdd_R93, latdd_R93)<-intpol_gsb(longdd_NTF,latdd_NTF)

# RGF93 -> NTF
# 2 ou 3 itérations

lon = longdd_R93           # NTF approché
lat = latdd_R93

POUR (i=0 ; i<3 ; i++)    # ici 3 itérations
{
  (dlon,dlat)<-intpol_gsb(lon,lat)
  lon = longdd_R93 - dlon
  lat = latdd_R93 - dlat
}

longdd_NTF = lon          # NTF transformé
latdd_NTF  = lat         #
```


4/ Vérification sur un jeu test

Afin de valider la nouvelle grille ntf_r93.gsb, un jeu test a été constitué avec des points répartis sur le territoire métropolitain ou son proche voisinage.

Un utilitaire a été écrit pour assurer la transformation du NTF Lambert 2 Etendu vers le RGF93 Lambert-93 par la grille ntf_r93.gsb.

La même transformation a été exécutée par le logiciel CIRCE (grille gr3d97a).

Les comparaisons apparaissant dans les résultats présentés montrent une parfaite adéquation au niveau submillimétrique, la plupart des écarts étant d'ailleurs la conséquence des arrondis.

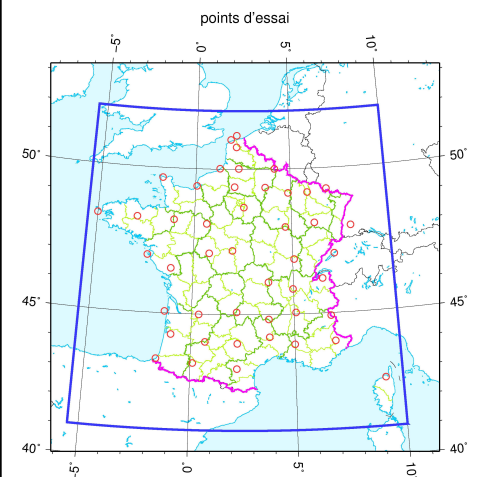
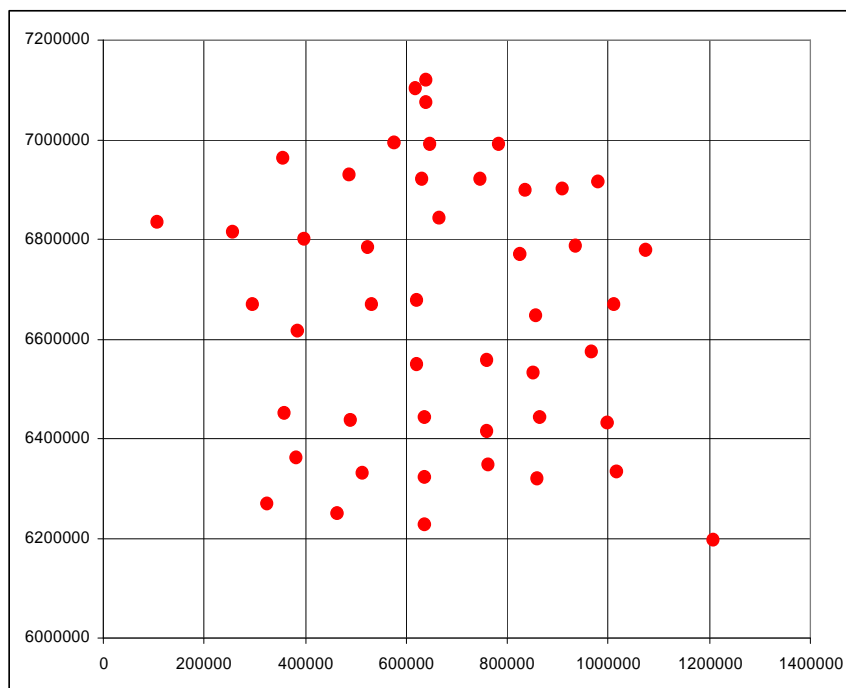


Fig-2 Répartition géographique du jeu test

JEU TEST NTF LAMBERT 2 ETENDU	
E	N
565767.9060	2669005.7300
586916.3540	2685313.9090
586809.9010	2640699.4610
523456.3190	2558732.7240
595226.2980	2558214.3740
731608.0030	2558633.7960
305468.5890	2525760.9710
435389.8080	2492660.2280
579906.7800	2488093.9460
696204.1960	2486642.3370
784124.9120	2466527.7250
856998.3680	2470446.3390
929226.5610	2485290.9830
55824.4970	2394454.2120
207039.4390	2376909.4780
347675.8820	2364112.2710
472921.7110	2347471.9370
615208.4710	2410068.4940
774255.1110	2336781.9170
885696.8330	2354069.8220
1023838.2710	2347294.3570
245930.1080	2231287.2200
482536.2450	2234288.2340
571772.5460	2243869.7100
808477.9260	2213860.5740
962154.8710	2238672.8090
335739.3040	2178572.4910
710424.8050	2124204.1250
804996.0320	2099634.2940
917801.8930	2141421.2140
311927.5700	2013416.1660
443131.7830	2000469.2590
589087.0090	2008609.2550
712291.5080	1982263.3390
816457.4380	2009601.8830
951557.8200	2000101.9410
335588.3720	1925554.7010
466953.3130	1895363.0580
591523.5580	1888624.7270
716320.1410	1914162.4660
814149.5290	1887019.7680
969601.4270	1903012.3120
278246.3650	1832443.1700
418920.7800	1814754.9160
590413.4980	1791602.8840
1162613.7590	1765373.2060

RESULTATS / COMPARAISON AVEC CIRCE

LAMBERT-93 par NTV2		LAMBERT-93 par CIRCE		DIFFERENCES	
E	N	E	N	ΔE	ΔN
619119.4605	7102502.9796	619119.4610	7102502.9800	-0.0005	-0.0004
640394.2192	7118626.5017	640394.2190	7118626.5010	0.0002	0.0007
639914.1894	7074034.8467	639914.1890	7074034.8460	0.0004	0.0007
575909.3038	6992641.1077	575909.3040	6992641.1070	-0.0002	0.0007
647634.5864	6991523.7515	647634.5870	6991523.7510	-0.0006	0.0005
783942.7495	6990790.2512	783942.7500	6990790.2510	-0.0005	0.0002
357778.7906	6961484.3559	357778.7910	6961484.3560	-0.0004	-0.0001
487347.6920	6927337.7626	487347.6920	6927337.7620	0.0000	0.0006
631736.5407	6921573.1749	631736.5410	6921573.1750	-0.0003	-0.0001
747948.8340	6919142.1958	747948.8340	6919142.1960	0.0000	-0.0002
835641.6226	6898291.5327	835641.6230	6898291.5320	-0.0004	0.0007
908500.6340	6901582.5244	908500.6340	6901582.5240	0.0000	0.0004
980808.8597	6915794.5771	980808.8600	6915794.5770	-0.0003	0.0001
107242.8306	6832277.1818	107242.8310	6832277.1820	-0.0004	-0.0002
258206.9875	6813532.5659	258206.9870	6813532.5660	0.0005	-0.0001
398636.7673	6799599.5673	398636.7680	6799599.5670	-0.0007	0.0003
523653.0866	6781938.7375	523653.0870	6781938.7370	-0.0004	0.0005
666360.5365	6843302.7284	666360.5360	6843302.7280	0.0005	0.0004
824671.2851	6768721.5295	824671.2850	6768721.5290	0.0001	0.0005
936176.9432	6785041.1104	936176.9430	6785041.1100	0.0002	0.0004
1074154.7208	6777074.0950	1074154.7210	6777074.0950	-0.0002	0.0000
295884.5626	6667708.0689	295884.5620	6667708.0690	0.0006	-0.0001
532320.5569	6668763.5434	532320.5570	6668763.5430	-0.0001	0.0004
621562.9560	6677593.5695	621562.9560	6677593.5690	0.0000	0.0005
857816.7872	6645607.2826	857816.7870	6645607.2820	0.0002	0.0006
1011577.0899	6669076.0321	1011577.0900	6669076.0320	-0.0001	0.0001
385188.6949	6614304.9039	385188.6950	6614304.9030	-0.0001	0.0009
759087.4114	6556864.5922	759087.4110	6556864.5920	0.0004	0.0002
853362.4078	6531513.0948	853362.4080	6531513.0940	-0.0002	0.0008
966422.5862	6572293.1866	966422.5860	6572293.1870	0.0002	-0.0004
360048.3633	6449497.6594	360048.3630	6449497.6590	0.0003	0.0004
491014.8595	6435484.9121	491014.8590	6435484.9120	0.0005	0.0001
636891.9741	6442402.4429	636891.9740	6442402.4430	0.0001	-0.0001
759750.0629	6415045.6523	759750.0630	6415045.6520	-0.0001	0.0003
864043.4959	6441470.2490	864043.4960	6441470.2490	-0.0001	0.0000
998925.0808	6430818.4617	998925.0810	6430818.4620	-0.0002	-0.0003
382965.7020	6361532.7761	382965.7020	6361532.7760	0.0000	0.0001
513941.6034	6330291.1939	513941.6030	6330291.1930	0.0004	0.0009
638321.3307	6322522.3676	638321.3300	6322522.3680	0.0007	-0.0004
763198.2973	6346981.7959	763198.2970	6346981.7960	0.0003	-0.0001
860690.8052	6319036.8495	860690.8040	6319036.8490	0.0012	0.0005
1016109.8027	6333675.7251	1016109.8030	6333675.7250	-0.0003	0.0001
324925.5421	6268991.6779	324925.5420	6268991.6780	0.0001	-0.0001
465295.7475	6250169.6075	465295.7470	6250169.6080	0.0005	-0.0005
636400.3102	6225618.8552	636400.3100	6225618.8550	0.0002	0.0002
1207701.1362	6194512.5764	1207701.1360	6194512.5760	0.0002	0.0004