

# Aide géodésique de Circé : France métropolitaine

---

## Table des matières

ETRS89 (Réseau Géodésique Français 1993).....	5
Réseau Géodésique Français 1993 (RGF93).....	5
Transition NTF-RGF93 .....	5
Vers une précision toujours plus grande du RGF93 .....	5
Équivalence RGF93-WGS 84.....	6
Nouvelle Triangulation de la France (NTF).....	6
Méridien de Paris.....	7
Système Européen unifié : ED50 (European Datum 1950) .....	7
NTF vers WGS 84.....	8
NTF vers ED50 .....	8
ED50 vers WGS 84 .....	9
Transformation NTF - RGF93 par grille de paramètres .....	9
Contexte.....	9
Principe .....	9
Processus.....	11
Système d'altitude IGN69/IGN78 .....	12
Type d'altitude .....	12
Point fondamental .....	12
Organisation du réseau .....	12
Accès à la référence verticale .....	12
Système d'altitudes européens (EVRS) .....	13
Système d'altitude EVRF2000 .....	13
Système d'altitude EVRF2007.....	13
Surfaces de conversions altimétriques NGF-IGN69/IGN78.....	13
Pour la France continentale (NGF-IGN69) : RAF20.....	13
Pour la Corse (NGF-IGN78) : RAC23 .....	13

Transformations altimétriques entre NGF-IGN69 et EVRF2000/EVRF2007 .....	14
Pour la France continentale : .....	14
• EVRF2000 .....	14
• EVRF2007 .....	14
Lambert zone .....	15
Lambert-93 .....	17
Constantes de la Projection .....	17
ETRS89-LCC .....	18
ETRS89-LAEA .....	19
Conique Conforme 9 zones .....	20
Lambert OACI .....	23
Lambert Euro Carto .....	24
Euro Lambert .....	25
Lambert grand champ .....	26
IAG GRS 80 (Ellipsoïde associé au repère de référence RGF93) .....	27
Clarke 1880 IGN (Ellipsoïde associé au système NTF) .....	27
International HAYFORD 1909 (Ellipsoïde associé au système ED50) .....	27
Projection Mercator Transverse UTM (Universal Transverse Mercator) .....	28
ETRS89-TMZn .....	28

# Institut National de l'Information Géographique et Forestière



INSTITUT NATIONAL  
DE L'INFORMATION  
GÉOGRAPHIQUE  
ET FORESTIÈRE

## **Contacts techniques**

Service de Géodésie et de Métrologie

L'information géodésique à l'IGN : <http://geodesie.ign.fr/>

Nous écrire : [geodesie@ign.fr](mailto:geodesie@ign.fr)

**Consulter les Géoservices de l'IGN :** <http://www.ign.fr/>

# ETRS89 (Réseau Géodésique Français 1993)

## Réseau Géodésique Français 1993 (RGF93)

Ce canevas a été conçu pour matérialiser sur le territoire métropolitain un système de référence précis, adapté aux technologies modernes, et compatible avec les références mondiales. Ce repère de référence géodésique, appelé RGF93, est tridimensionnel et géocentrique et correspond à la réalisation française du système européen ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989). C'est le système géodésique pan-européen de référence pour la collecte, l'analyse et l'archivage des données géographiques, lui-même compatible avec les systèmes mondiaux, tels WGS 84. En application des décrets 2000-1276 du 26 décembre 2000, 2006-272 du 3 avril 2006 et 2019-165 du 5 mars 2019 (et son arrêté), le RGF93 constitue la référence géographique légale. En pratique, l'accès à cette référence s'effectue par rattachement à des points dont les coordonnées sont publiées. Ces points appartiennent à différents réseaux : les réseaux français de base (RBF) et de détail (RDF) et le réseau GNSS permanent (RGP). Entre 2010 et 2020, le RGF93 correspondait à l'ETRF2000 (R05) époque 2009.0.

**La publication actuellement en vigueur, appelée RGF93 v2b, correspond à l'ETRF2000 (R14) époque 2019.0.**

- ellipsoïde associé : IAG-GRS80
- représentations planes associées : Lambert93 et Coniques Conformes (9 zones)

### Transition NTF-RGF93

La mise en service du système géodésique RGF93 au travers de sa réalisation sur le territoire métropolitain implique une connaissance aussi fine que possible de la correspondance avec la réalisation nationale antérieure, la NTF.

Pour cela, le Réseau de Base français (RBF) a été spécifié de telle manière que tout site soit associé à un site de la NTF. L'IGN met ainsi à disposition environ 1000 sites connus en coordonnées dans les deux systèmes NTF et RGF93 (sites dits en colocation). C'est en utilisant ces sites en colocation que l'IGN a pu élaborer un processus de transformation de coordonnées autorisant le passage en RGF93 de la totalité des sites de la NTF et inversement. Ce processus de transformation mis en œuvre dans le logiciel Circé a permis le passage progressif d'un système géodésique à l'autre entre 2000 et 2009.

### Vers une précision toujours plus grande du RGF93

L'implication internationale de l'IGN a permis à ses géodésiens d'initier sur la France métropolitaine une réalisation de très haute précision du RGF93. Dans un premier temps, une

solution du RGP compatible avec le système européen ETRS89 a été calculée. Les observations de 1998 à 2019 du RGP et des réseaux internationaux ont été traitées afin de produire une solution cumulée alignée sur la référence mondiale ITRF2014, **solution appelée RGF93 v2b**. Les observations du RBF recueillies lors des campagnes de mesures menées depuis 2001 ont ensuite été traitées exhaustivement selon ce RGP actualisé, afin d'obtenir des coordonnées RGF93 (ETRS89) encore plus précises. Le dernier traitement a donné lieu à la constitution d'une **nouvelle grille de conversion altimétrique** pour la partie continentale de la France métropolitaine (**RAF20**), qui a été intégrée dans cette version du logiciel

## Équivalence RGF93-WGS 84

La dernière réalisation du RGF93 (datant de 2020) est liée à l'ETRS89 par réalisation ETRF2000 à l'époque 2019.0.

Les différences entre ETRF2000 et ITRF2014, ainsi que les différences d'époques de réalisation, font que l'assimilation des coordonnées WGS 84 à RGF93 (et vice-versa) ne peut pas se faire avec une exactitude meilleure que 60 cm.

De plus, la prochaine réalisation de WGS 84 risque d'accentuer encore cet écart (dans le cas d'un changement d'époque de définition).

## Nouvelle Triangulation de la France (NTF)

Souvent plus connue sous le nom de "système Lambert" (à cause du mode de projection qui lui est associé), la Nouvelle Triangulation de la France est une réalisation bidimensionnelle effectuée par mesures angulaires de la fin du XIXème siècle à 1991. La mise à l'échelle est assurée par l'intégration de 15 bases d'une précision de  $10^{-6}$ D. L'orientation résulte des observations de 10 points de Laplace (précision de quelques  $10^{-6}$ ). La définition de matérialisation est de niveau centimétrique (croix gravée des bornes en granit).

Une hiérarchie de couverture du territoire associée aux possibilités de calcul amène une succession de niveaux de densification : premier ordre de chaîne (dont le premier niveau est la Méridienne de France), premier ordre complémentaire, deuxième ordre, puis troisième et quatrième ordre. L'ensemble des observations est organisé de manière homogène. En revanche, les calculs se succédant en blocs de points au fur et à mesure des missions de terrain, n'autorisent pas la cohérence globale promise par la qualité des observations (quelques  $10^{-6}$ ).

**Les 70 000 sites géodésiques** (plus de 80 000 si l'on compte également les points de 5ème

ordre ou triangulation complémentaire) sont régulièrement répartis sur le territoire national, et matérialisent ainsi le système NTF avec une **précision relative moyenne de l'ordre de  $10^{-5}$**  (c'est à dire quelques centimètres entre deux points voisins).

Pour faire face à l'émergence du positionnement satellitaire par GPS et conformément aux recommandations du CNIG (Conseil National de l'Information Géographique), l'IGN a mis en place un nouveau canevas national, pour succéder à la NTF, le RGF93.

La NTF est une réalisation désormais historique et ne constitue plus la référence légale pour l'expression des coordonnées.

## **Méridien de Paris**

Le méridien de Paris est le méridien origine utilisé pour l'expression des longitudes dans le système NTF.

Les longitudes sont conventionnellement comptées positivement à l'est du méridien origine et négativement à l'ouest de ce méridien.

La valeur de la longitude du méridien de référence est issue de la prise en compte de données astronomiques, spatiales ou terrestres propres au système de référence.

Dans ce contexte la longitude astronomique de l'observatoire de PARIS est de 0h 9min 20.921s ( $2^{\circ}20'13.82''$ ), valeur issue des observations astronomiques et publiée en 1922 par le BIH (Bureau International de l'Heure), cependant l'IGN a adopté une valeur conventionnelle légèrement différente égale à 0h 9min 20.935s ( $2^{\circ}20'14.02500''$ ). Cette valeur prend en compte les différentes observations astronomiques qui ont concouru à la réalisation du système NTF.

## **Système Européen unifié : ED50 (European Datum 1950)**

C'est un système mis en place à la suite de la seconde guerre mondiale. Il fut établi grâce aux réalisations géodésiques terrestres à partir des observations des premiers ordres nationaux de l'Europe occidentale.

Il n'y a pas de réseau propre à ce système, dans la mesure où celui-ci est essentiellement une recompensation de blocs de triangulation existants.

Les caractéristiques du système sont les suivantes :

- **point fondamental** : POTSDAM.
- valeur de la déviation de la verticale fixée conventionnellement pour le point fondamental

de POTSDAM.

- **ellipsoïde** : International HAYFORD 1909.
- **représentation plane associée** : Universal Transverse Mercator (UTM).

Plusieurs réalisations ont été menées en variant les modes de calculs et d'observations prises en compte ; en particulier la dernière, ED87, a pris en compte des observations spatiales.

## NTF vers WGS 84.

A partir des éléments de géodésie spatiale des années 1970/1980 (Doppler), il a pu être établi pour la France un modèle entre la NTF et le système WGS 84. Aucune rotation ou défaut d'échelle globaux n'ont pu être mis en évidence. C'est donc un modèle ainsi réduit à 3 paramètres (translation) qui a été retenu (et surtout largement utilisé).

### Transformation NTF vers WGS 84

$T_x = -168 \text{ m}$	$T_y = -60 \text{ m}$	$T_z = +320 \text{ m}$
------------------------	-----------------------	------------------------

Les valeurs de ces paramètres correspondent à la valeur officielle définie par l'IGN pour la FRANCE dans le rapport technique RT/G n°14 "Nouveaux systèmes géodésiques utilisables en France (WGS 84, ED87)".

La précision de ce modèle à l'époque de sa détermination était estimée à environ 2 m. Les déterminations effectuées au travers de l'établissement du RBF (environ 1000 points dans les systèmes RGF93 et NTF) confirment ces valeurs (à 20 cm près !) ainsi que la précision annoncée (soit 2 m avec des valeurs extrêmes inférieures à 5 m)

Cette transformation (dite "standard") a été adoptée dans la quasi-totalité des traitements jusqu'à la mise à disposition de la transformation dite par "grille de paramètres".

## NTF vers ED50

### Transformation NTF vers ED50

$T_x = -84 \text{ m}$	$T_y = +37 \text{ m}$	$T_z = +437 \text{ m}$
-----------------------	-----------------------	------------------------

Il existe plusieurs jeux de paramètres de transformation entre NTF et ED50. Celui-ci correspond à la valeur officielle définie par l'IGN pour la FRANCE dans le rapport technique RT/G n°7 "Définition des systèmes géodésiques utilisés en France (NTF, ED50, WGS72)".

## ED50 vers WGS 84

### Transformation ED50 vers WGS 84

$T_x = -84 \text{ m}$	$T_y = -97 \text{ m}$	$T_z = -117 \text{ m}$
-----------------------	-----------------------	------------------------

Cette transformation est issue de la composition des transformations ED50 vers WGS 72 et WGS 72 vers WGS 84. Les valeurs de ces paramètres correspondent à la valeur officielle définie par l'IGN pour la FRANCE dans les rapports techniques RT/G n°14 "Nouveaux systèmes géodésiques utilisables en France (WGS84, ED87)" et RT/G n°7 "Définition des systèmes géodésiques utilisés en France (NTF, ED50, WGS72)".

## Transformation NTF - RGF93 par grille de paramètres

### Contexte

Dans le contexte de l'introduction d'un nouveau système géodésique de référence pour la France métropolitaine, le RGF93, l'Institut Géographique National a développé un nouveau processus de transformation de coordonnées de manière à faciliter le passage de l'ancien système, la Nouvelle Triangulation de la France (NTF), au nouveau.

### Principe

Le principe du processus de transformation est l'interpolation, dans un semis de points régulièrement répartis, ou "grille", de paramètres tridimensionnels de translation entre systèmes. Ces points constituent la grille de paramètres GR3DF97A au pas régulier de 0.1° en longitude et latitude.

La grille de paramètres de transformation de coordonnées NTF vers RGF93 est fournie sous forme d'un fichier texte (ASCII) selon la configuration suivante :

```
GR3D 002024 024 20370201
GR3D1 -5.5000 10.0000 41.0000 52.0000 .1000 .1000
GR3D2 INTERPOLATION BILINEAIRE
GR3D3 PREC CM 01:5 02:10 03:20 04:50 99>100
```

```
-5.500000000 41.000000000 -165.027 -67.100 315.813 99 -0158
-5.500000000 41.100000000 -165.169 -66.948 316.007 99 -0157
-5.500000000 41.200000000 -165.312 -66.796 316.200 99 -0157
.....
-4.900000000 47.600000000 -170.859 -58.180 322.743 99 -0321
-4.900000000 47.700000000 -170.815 -58.186 322.693 03 L0320
-4.900000000 47.800000000 -170.773 -58.204 322.644 03 L0320
-4.900000000 47.900000000 -170.732 -58.233 322.596 02 0319
-4.900000000 48.000000000 -170.691 -58.275 322.546 02 0319
-4.900000000 48.100000000 -170.647 -58.331 322.494 02 L0318
.....
2.400000000 48.700000000 -168.225 -58.701 320.149 01 2315
2.400000000 48.800000000 -168.252 -58.630 320.170 01 2314
2.400000000 48.900000000 -168.275 -58.606 320.189 01 2314
.....
10.000000000 52.000000000 -159.541 -64.778 314.139 99 -4397
```

ENTETE : 4 enregistrements :

GR3D : codes IGN : 002024 (002:NTF [vers] 024:RGF93); 024 (RGF93); 20370201 (2: coordonnées géographiques, 037: ellipsoïde IAG-GRS80, 02: degrés décimaux, 01: méridien international (Greenwich)).

GR3D1 : longitude min.; longitude max.; latitude min.; latitude max.; pas en longitude; pas en latitude (ici les deux pas de grilles sont égaux : 0.1°).

GR3D2 : mode d'interpolation : INTERPOLATION BILINEAIRE

GR3D3 : codes de précision de la transformation

CORPS : 1 enregistrement par nœud de grille:

longitude, latitude, TX, TY, TZ, code précision, caractère f50, n de feuille 1:50000

Les paramètres TX, TY, TZ sont les trois paramètres de transformation de coordonnées cartésiennes (translation) de NTF vers RGF93.

[nota : caractère f50 : " " : feuille à 1:50000 existante.

" L " : feuille fictive en limite de zone d'application de la grille

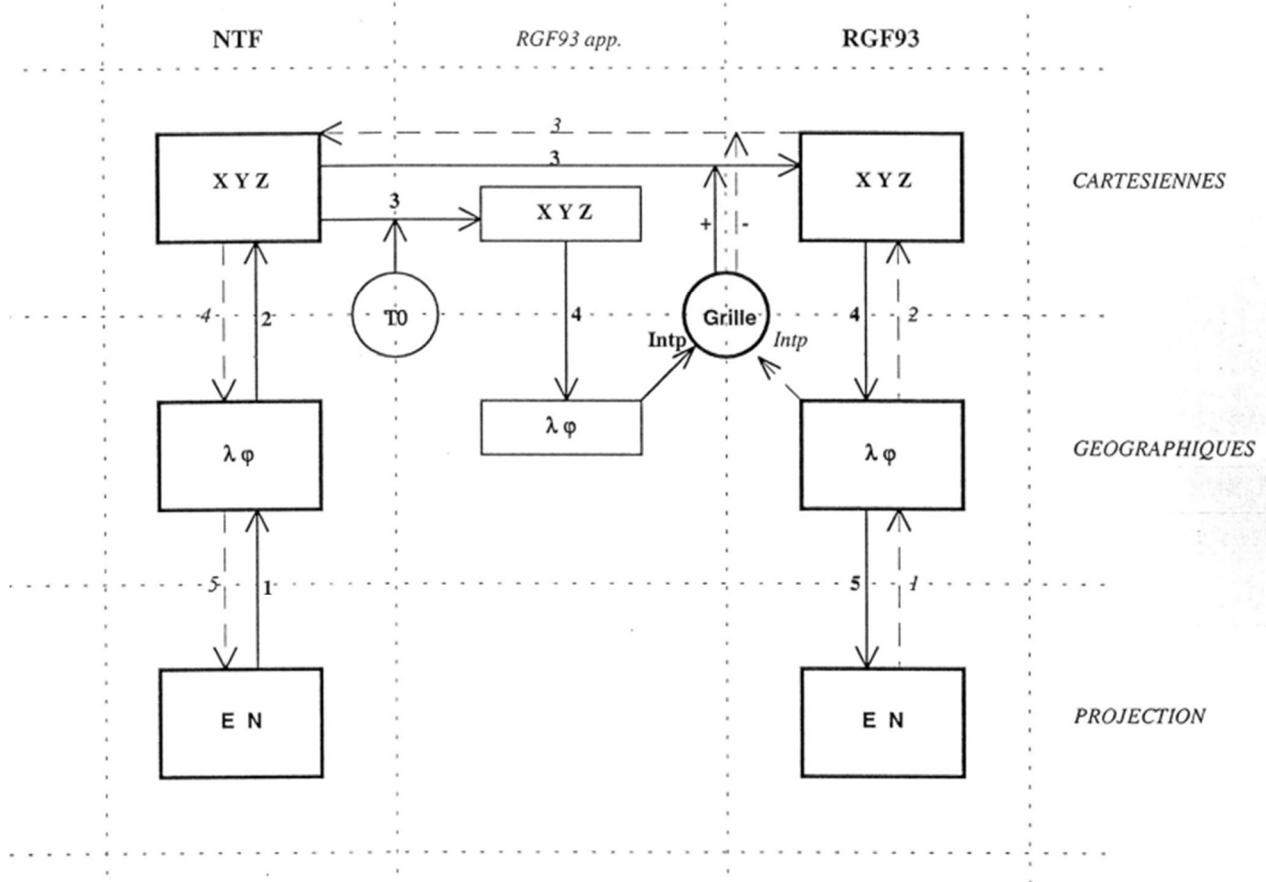
" - " : feuille fictive hors zone d'application de la grille]

La grille de paramètres est exprimée en longitude, latitude dans le système géodésique RGF93, (ellipsoïde GRS80, méridien international, degrés décimaux) et valeurs des 3 paramètres de transformation (en mètres) dans le sens NTF vers RGF93 [les 3 paramètres correspondent aux coordonnées, exprimées dans le système RGF93, de l'origine du système NTF]

En conséquence, le processus de transformation de coordonnées est dépendant du sens de la transformation. L'interpolation est directe à partir des coordonnées géographiques dans le sens RGF93 vers NTF. Elle nécessite un premier calcul approché dans le sens NTF vers RGF93.

## Processus

Le processus de transformation de coordonnées utilisant la grille de paramètres correspond au schéma suivant :



# Système d'altitude IGN69/IGN78

Le Réseau Français de Nivellement de Précision est composé du réseau NGF-IGN 1969 (France continentale) et NGF-IGN 1978 (Corse)

## Type d'altitude

Le système d'altitude NGF-IGN 1969 est fixé par le 1er ordre calculé en 1969 par compensation en altitudes dynamiques puis par transformation en altitude normale.

Le système d'altitude NGF-IGN 1978 est fixé par le 1er ordre établi en 1978.

Les altitudes sont calculées suivant un modèle utilisant des mesures de pesanteur réelle (altitudes normales).

## Point fondamental

Le système d'altitude NGF-IGN 1969 a pour point fondamental un repère situé à Marseille et dont l'altitude au-dessus du niveau moyen de la mer a été déterminée à l'issue d'observations marégraphiques réalisées de 1885 à 1897.

Le système d'altitude NGF-IGN 1978 a pour point fondamental un repère situé à Ajaccio et dont l'altitude au-dessus du niveau moyen de la mer a été établie à partir d'observations de niveau de la mer réalisées entre 1912 et 1937 dans le port d'Ajaccio au moyen d'un médimarémètre.

## Organisation du réseau

Le Réseau Français de Nivellement de Précision est subdivisé en 4 réseaux de plus en plus denses dits de 1er ordre (réseau primordial), 2ème, 3ème, et 4ème ordre

La précision moyenne du réseau définie par son écart-type varie de  $2\text{mm}/(\text{km})^{1/2}$  pour le 1er ordre à  $3.6\text{m}/(\text{km})^{1/2}$

## Accès à la référence verticale

L'accès au système de référence altimétrique NGF-IGN69/78 s'effectue au moyen de deux processus distincts :

- Opération de nivellation à partir du réseau matérialisé.
- Mesures GPS précises de coordonnées tridimensionnelles exprimées en RGF93, puis application du modèle de conversion altimétrique.

# Système d'altitudes européens (EVRS)

## Système d'altitude EVRF2000

EVRF2000 est une réalisation d'EVRS (European Vertical Reference System) obtenue en 1998 par la compensation des cotes géopotentielles et des altitudes normales du réseau de nivelllement européen unifié (UELN-95/98). Il a été remplacé par EVRF2007 à la fin des années 2000. En France, cette réalisation concerne seulement la France continentale et pas la Corse.

## Système d'altitude EVRF2007

EVRF2007 est une réalisation d'EVRS (European Vertical Reference System) obtenue en 2008 par la compensation des cotes géopotentielles et des altitudes normales du réseau de nivelllement européen unifié (UELN). En France, cette réalisation concerne seulement la France continentale et pas la Corse.

# Surfaces de conversions altimétriques NGF-IGN69/IGN78

## Pour la France continentale (NGF-IGN69) : RAF20

A partir de la version 5.3 de Circé France, RAF20 succède à RAF18b pour réaliser la référence d'altitude NGF-IGN69 dans le système de référence géodésique RGF93. Cette grille permet de calculer les altitudes de points connus en RGF93 (v2b), et d'effectuer du nivelllement par GNSS en France continentale. La grille RAF20 a été obtenue par comparaison et adaptation du modèle de géoïde QGF16 aux points GNSS nivélés appartenant principalement au Réseau de Base Français (RBF) de l'IGN. La précision d'opérations de nivelllement par GNSS s'appuyant tant sur le RGP que sur les points du Réseau de Base Français et utilisant RAF20, estimée par des tests indépendants, est de l'ordre de 2 à 3 centimètres si les mesures et traitements GNSS sont de qualité suffisante.

## Pour la Corse (NGF-IGN78) : RAC23

RAC23 réalise la référence d'altitude NGF-IGN78 dans le système de référence géodésique RGF93(v2b). Cette grille permet d'effectuer du nivelllement par GNSS en Corse. Elle succède à et améliore la précédente réalisation sur la Corse RAC09. Elle a été obtenue par comparaison et

adaptation du modèle de quasi-géoïde QGC02 aux 87 points GNSS nivélés du Réseau de Base Français de l'Institut Géographique National et aux 162 points GNSS nivélés temporaires mis en place pour les opérations de maintenance du réseau de nivellation. Ainsi 234 points d'appui et 15 points de contrôle ont été utilisés pour le calcul de la surface de conversion RAC23 (à titre de comparaison 60 points GNSS nivélés lors de la campagne GNSS de 2008 avaient été utilisés pour le calcul de la surface de conversion RAC09).

La précision d'opérations de nivellation par GPS s'appuyant tant sur le RGP que sur les points du Réseau de Base Français et utilisant RAC23, estimée par des tests indépendants, est inférieur à 2 cm à proximité (2 km) des points ayant servis aux calculs si les mesures et traitements GNSS sont de qualité suffisante. Elle est estimée à meilleure que 5cm lorsque l'on s'éloigne davantage de ces points.

## Transformations altimétriques entre NGF-IGN69 et EVRF2000/EVRF2007

### Pour la France continentale :

- **EVRF2000** :  $H_{EVRF2000} - H_{IGN69} = -0.486 \text{ m}$
- **EVRF2007** :  $H_{EVRF2007} - H_{IGN69}$  est donné par une transformation verticale à 5 paramètres décrite dans l'algorithme n°78 du Service de Géodésie et Métrologie (disponible sur demande à l'adresse de courrier électronique [geodesie@ign.fr](mailto:geodesie@ign.fr)), correspondant au code EPSG 1046. Les paramètres de cette transformation, calculés par le BKG en 2025, sont :
  - $a_1$  (translation verticale) =  $-0.46998 \text{ m}$
  - longitude RGF93 v2b du point origine du basculement =  $2^\circ 35' \text{ est}$  (soit  $+2.583333333333333^\circ$ )
  - latitude RGF93 v2b du point origine du basculement =  $46^\circ 46' \text{ nord}$  (soit  $+46.816666666666666666^\circ$ )
  - $a_2$  (inclinaison dans la direction du méridien) =  $-0.00950''$
  - $a_3$  (inclinaison dans la direction perpendiculaire au méridien) =  $-0.00131''$

La précision de cette transformation est estimée à 5 mm (écart-type).

## Lambert zone

L'ancienne projection réglementaire en France est une conique conforme de Lambert. Dans le but de minimiser les déformations (altérations linéaires), la France a été découpée en 4 zones. Une projection appelée "Lambert II étendu" couvre la France entière pour des besoins d'amplitude nationale.

Les valeurs suivantes permettent le calcul des coordonnées en projection Lambert de l'ellipsoïde de Clarke 1880 IGN.

Zone Lambert	I	II	III	IV	II étendu
<b>Zone d'application</b>	57,0 gr - 53,5 gr	53,5 gr - 50,5 gr	50,5 gr - 47,0 gr	47,8 gr - 45,9 gr	56,5 gr - 45,9 gr
<b>Latitude origine</b>	55 gr = 49° 30'	52 gr = 46° 48'	49 gr = 44° 06'	46,85 gr = 42° 09' 54"	52 gr = 46° 48'
<b>Longitude origine ou méridien central de la projection</b>	0 gr Paris				
<b>Parallèles automécoïques <math>\phi_1</math> et <math>\phi_2</math></b>	48° 35' 54,682" 50° 23' 45,282"	45° 53' 56,108" 47° 41' 45,652"	43° 11' 57,449" 44° 59' 45,938"	41° 33' 37,396" 42° 46' 03,588"	45° 53' 56,108" 47° 41' 45,652"
<b><math>E_o</math></b>	600 000 m	600 000 m	600 000 m	234,358 m	600 000 m
<b><math>N_o</math></b>	200 000 m	200 000 m	200 000 m	185 861,369 m	2 200 000 m
<b>Facteur d'échelle <math>k_o</math></b>	0,999 877 34	0,999 877 42	0,999 877 50	0,999 944 71	0,999 877 42

Les projections Lambert de la France sont en fait, par définition, des projections tangentes avec facteur d'échelle. Les valeurs précédemment fournies sont celles des projections sécantes correspondantes car ce sont elles qui sont requises pour l'utilisation de certains récepteurs GPS.

Sur les cartes topographiques au 1 : 25 000 les valeurs des Y (ou N) sont exprimées en kilomètres et précédées du numéro de la zone (sauf pour le Lambert II étendu). On parle alors de Lambert Carto.

**Exemple :** N = 196 000 m devient 3 196 pour la carte du mont Ventoux (Lambert III)

# Lambert-93

L'Institut Géographique National a mis en place, sur recommandation du CNIG (Conseil National de l'Information Géographique), un nouveau système géodésique, sous-ensemble du système européen EUREF, sous la dénomination de RGF93. L'expression des coordonnées dans ce système est tridimensionnelle sous forme de longitudes, latitudes et hauteurs ellipsoïdales. Les besoins de l'information géographique dans son exploitation actuelle requièrent l'utilisation de coordonnées planes issues d'une projection cartographique.

## Constantes de la Projection

Lambert	Lambert-93
<b>Mode de définition</b>	Sécante
<b>Zone d'application</b>	41° Nord -51° Nord
<b>Latitude origine</b>	46°30'
<b>Longitude origine ou méridian central de la projection</b>	3° Est
<b>Méridien origine</b>	Greenwich
<b>Longitude du méridien origine / Greenwich</b>	0°
<b>Parallèles automécoïques</b>	44° Nord (valeur exacte) 49° Nord (valeur exacte)
<b>E<sub>o</sub></b>	700 000 m
<b>N<sub>o</sub></b>	6 600 000 m

Les constantes de la projection ont été choisies de manière qu'aucune confusion ne puisse être relevée avec les coordonnées encore en usage (Lambert [NTF] I, II, III, IV, II étendu, UTM [E50 ou WGS 84] f30, f31, f32).

## ETRS89-LCC

L'ETRS89-LCC (Lambert Conformal Conic) est le système de coordonnées pan-européen pour la cartographie aux échelles inférieures à 1:500000.

L'ETRS89-LCC est une projection Lambert Conique Conforme classique appliquée à l'ETRS89 et à l'ellipsoïde IAG-GRS80. De par son étendue européenne, elle a été définie comme une Lambert sécante avec deux parallèles automécoïques (35°N et 65°N). Elle présente une forte variation de l'altération linéaire.

### Constantes de la Projection

Lambert Conique Conforme	ETRS89-LCC
<b>Mode de définition</b>	Sécante
<b>Zone d'application</b>	ETRS89
<b>Latitude origine</b>	52° Nord
<b>Longitude origine ou méridian central de la projection</b>	10° Est
<b>Méridien origine</b>	Greenwich
<b>Longitude du méridien origine / Greenwich</b>	0°
<b>Parallèles automécoïques</b>	35° Nord(valeur exacte) 65° Nord (valeur exacte)
<b>E<sub>o</sub></b>	4 000 000 m
<b>N<sub>o</sub></b>	2 800 000 m

## ETRS89-LAEA

L'ETRS89-LAEA (Lambert Azimuthal Equal Area) est le système de coordonnées pan-européen pour la cartographie où la conservation des surfaces est obligatoire. C'est une projection équivalente.

### Constantes de la Projection

Lambert Azimutale Équivalente	ETRS89-LAEA
<b>Mode de définition</b>	Tangente
<b>Zone d'application</b>	ETRS89
<b>Latitude origine</b>	52° Nord
<b>Longitude origine ou méridien central de la projection</b>	10° Est
<b>Méridien origine</b>	Greenwich
<b>Longitude du méridien origine / Greenwich</b>	0°
<b><math>k_0</math></b>	1
<b><math>E_0</math></b>	4 321 000 m
<b><math>N_0</math></b>	3 210 000 m

## Conique Conforme 9 zones

Cette projection a été développée sur une recommandation du Groupe "Obligation de Rattachement" de la Commission des Référentiels du C.N.I.G.

Le décret n° 2006-272 du 3 mars 2006 modifiant le décret no 2000-1276 du 26 décembre 2000 portant application de l'article 89 de la loi no 95-115 du 4 février 1995 modifiée d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire relatif aux conditions d'exécution et de publication des levés de plans entrepris par les services publics prévoit la possibilité de les réaliser dans une des projections Coniques Conformes neuf zones sur la France Métropolitaine.

Ces projections n'ont d'intérêt que pour des travaux sur des cartes et plans papiers à l'exclusion des applications numériques. Les projections neuf zones ont été introduites pour réduire fortement l'altération linéaire, leur emploi suppose donc que l'on fasse des mesures dont on espère une grande précision sur un plan papier. Elle ne se justifie notamment ni pour les plans dont la précision est inférieure à l'altération linéaire, ni pour les levés numériques pour lesquels l'altération linéaire peut être entièrement corrigée de manière simple.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que, en introduisant des discontinuités aux frontières de zones, l'utilisation des projections neuf zones complique les applications numériques et peut générer des surcoûts importants par rapport à une solution utilisant le Lambert 93, en particulier si l'application utilise des données en mode image.

Par conséquent, l'IGN en déconseille l'usage pour toutes les applications faisant appel à des données numériques. Pour ses produits, l'IGN a choisi la seule projection nationale : le Lambert 93.

Les projections Neuf Zones ont pour caractéristiques principales :

- Les neuf zones se répartissent du Sud au Nord. Chaque zone est centrée sur un parallèle de latitude ronde, allant du 42<sup>e</sup> au 50<sup>e</sup> degré de latitude nord avec une emprise de 1 degré de latitude de part et d'autre de ce parallèle. La nomenclature usuelle est la suivante :
  - 1<sup>ère</sup> zone : CC42
  - 2<sup>ème</sup> zone : CC43
  - 3<sup>ème</sup> zone : CC44
  - 4<sup>ème</sup> zone : CC45
  - 5<sup>ème</sup> zone : CC46
  - 6<sup>ème</sup> zone : CC47
  - 7<sup>ème</sup> zone : CC48
  - 8<sup>ème</sup> zone : CC49

- 9ème zone : CC50
- Toutes les zones sont utiles de manière à assurer un PLEIN RECOUVREMENT. Le recouvrement entre deux zones consécutives est ainsi de 50%.
- A chacune de ces 9 zones est associée une projection conique conforme portant la dénomination 'CCxx' où xx correspond à la latitude du parallèle origine soit : CC42 (zone 1), CC43 (zone 2), CC44 (zone 3), CC45 (zone 4), CC46 (zone 5), CC47 (zone 6), CC4 (zone 7), CC49 (zone 8) et CC50 (zone 9).
- L'altération linéaire est comprise entre les valeurs :  $-9 \text{ cm/km} < e < +7 \text{ cm/km}$
- C'est une projection sécante.

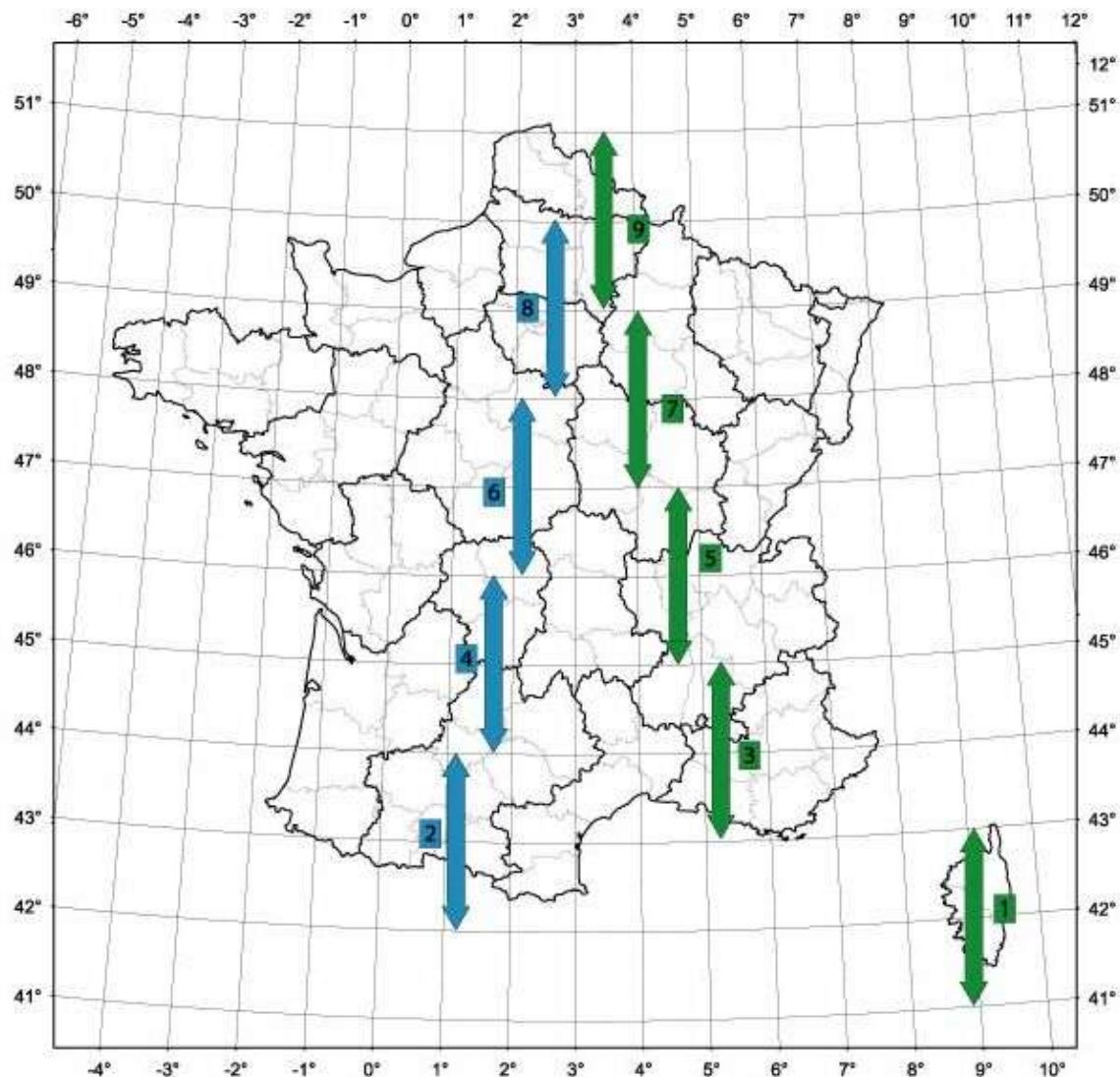
**Constantes de la représentation (NZ est le numéro de la zone, de 1 à 9):**

Conique conforme	CC France zone NZ
<b>Latitude origine : <math>\phi_0</math></b>	$(41 + NZ)^\circ$
<b>Zone d'application</b>	Lat. origine $\pm 111 \text{ km}$
$\phi_1$	$\phi_0 - 0.75^\circ$
$\phi_2$	$\phi_0 + 0.75^\circ$
<b>Longitude origine ou mériidien central de la projection</b>	$3^\circ \text{ Est Greenwich}$
$E_o$	1 700 000 m
$N_o$	$(NZ * 1 000 000) + 200 000 \text{ m}$

Exemple : PROJECTION CONIQUE CONFORME CC47

- Latitude origine =  $47^\circ$
- Numéro de zone NZ = 6
- Longitude origine =  $3.00000000^\circ$
- Premier parallèle standard =  $46.25000000^\circ$
- Deuxième parallèle standard =  $47.75000000^\circ$
- Constante  $E_o$  = 1 700 000 m
- Constante  $N_o$  = 6 200 000 m

**PROJECTION CONIQUE CONFORME 9 ZONES**



# Lambert OACI

## Constantes de la projection

Lambert	Lambert OACI
<b>Mode de définition</b>	Sécante
<b>Zone d'application</b>	Europe de l'Ouest
<b>Latitude origine</b>	44°47'30"
<b>Longitude origine ou méridien central de la projection</b>	2°30' Est
<b>Méridien origine</b>	Greenwich
<b>Longitude du méridien origine / Greenwich</b>	0°
<b>Parallèles automécoïques</b>	36°15' (valeur exacte) 52°56' (valeur exacte)
<b>E<sub>o</sub></b>	700 000 m
<b>N<sub>o</sub></b>	200 000 m

# Lambert Euro Carto

## Constantes de la projection

Lambert	Lambert Euro Carto
<b>Mode de définition</b>	Tangente
<b>Zone d'application</b>	Europe de l'Ouest
<b>Latitude origine</b>	52 grades
<b>Longitude origine ou méridien central de la projection</b>	0 grade
<b>Méridien origine</b>	Paris
<b>Longitude du méridien origine</b>	2°20'14.025" Est Greenwich
<b>E<sub>o</sub></b>	599 960 m
<b>N<sub>o</sub></b>	2 199 900 m
<b>Facteur d'échelle</b>	0.999 877 42

# Euro Lambert

## Constantes de la projection

Lambert	Euro Lambert
<b>Mode de définition</b>	Tangente
<b>Zone d'application</b>	Europe de l'Ouest
<b>Latitude origine</b>	52 grades
<b>Longitude origine ou méridien central de la projection</b>	0 grade
<b>Méridien origine</b>	Paris
<b>Longitude du méridien origine</b>	2°20'14.025" Est Greenwich
<b>E<sub>o</sub></b>	600 000 m
<b>N<sub>o</sub></b>	2 200 000 m
<b>Facteur d'échelle</b>	0.999 877 42

# Lambert grand champ

Projection utilisée pour certaines cartes de l'Institut Géographique National :

- Cartes série rouge TOP250 au 1/250 000.
- Carte routière 901 au 1/1 000 000

## Constantes de la projection

Lambert	Lambert grand champ
<b>Mode de définition</b>	Tangente
<b>Zone d'application</b>	41°-51°
<b>Latitude origine</b>	47°
<b>Longitude origine ou méridien central de la projection</b>	0°
<b>Méridien origine</b>	Paris
<b>Longitude du méridien origine</b>	2°20'14.025" Est Greenwich
<b>Parallèles automécoïques</b>	45° (valeur exacte) 49° (valeur exacte)
<b>E<sub>o</sub></b>	600 000 m
<b>N<sub>o</sub></b>	600 000 m

## IAG GRS 80 (Ellipsoïde associé au repère de référence RGF93)

L'ellipsoïde IAG GRS 80 est défini par les constantes suivantes (valeurs exactes pour a et dérivée pour f) :

<b>demi grand axe :</b>	$a = 6\ 378\ 137,0\ m$
<b>aplatissement :</b>	$f = 1/298.257\ 222\ 101$

**Remarque :** Les ellipsoïdes WGS84 et IAG GRS80 sont à l'origine définis de la même manière, plus mathématiquement par la donnée du demi grand axe a et par l' harmonique zonal du second degré J2 pour GRS80 et C20 arrêté au 8ème chiffre significatif pour WGS84 d'où un écart de 0.0001 m sur b .

## Clarke 1880 IGN (Ellipsoïde associé au système NTF)

L'Ellipsoïde Clarke 1880 IGN est défini par les constantes suivantes (valeurs de définition) :

<b>demi grand axe :</b>	$a = 6\ 378\ 249,2\ m$
<b>demi petit axe</b>	$b = 6\ 356\ 515,0\ m$

## International HAYFORD 1909 (Ellipsoïde associé au système ED50)

L'ellipsoïde international HAYFORD est défini par les constantes suivantes (valeurs de définition) :

<b>demi grand axe :</b>	$a = 6\ 378\ 388,0\ m$
<b>aplatissement :</b>	$f = 1/297$

# Projection Mercator Transverse UTM (Universal Transverse Mercator)

La projection cylindrique UTM (Universal Transverse Mercator) couvre le monde entier et est constituée de 60 fuseaux de 6 degrés d'amplitude en longitude.

La France métropolitaine est sur 3 fuseaux :

- UTM Nord fuseau 30 : entre 6 degrés Ouest et 0 degré Greenwich
- UTM Nord fuseau 31 : entre 0 degré et 6 degrés Est Greenwich
- UTM Nord fuseau 32 : entre 6 degrés Est et 12 degrés Est Greenwich
- 

## Constantes de la représentation UTM

	UTM fuseau n	
Zone d'application en latitude	UTM Nord	UTM Sud
Latitude origine	0°	
Longitude origine ou méridien central de la projection	6(n-31)+3 ° /Greenwich	
$E_0$	500 000 m	
$N_0$	UTM Nord	UTM Sud
	0 m	10 000 000 m
$k_0$	0.9996	

## ETRS89-TMZn

L'ETRS89-TMZn (Transverse Mercator Zone) est le système de coordonnées pan-européen pour la cartographie aux échelles supérieures à 1:500 000. C'est une projection conforme.

L'ETRS89-TMZn est identique à l'UTM fuseau n (Universal Transverse Mercator) pour l'hémisphère nord appliquée à l'ETRS89 et à l'ellipsoïde IAG-GRS80.