

## Les repères géodésiques et de nivellement

### Des éléments discrets de nos paysages, ossatures de nos cartes.

Notre pratique fait de nous des utilisateurs importants des cartes soit sous forme papier soit numérisées maintenant sur un GPS qui supplante de plus en plus les premières. Il est d'ailleurs conseillé d'avoir dans le sac de guidon en plus de celui-ci une carte papier, en effet sa fiabilité peut être remise en cause par une panne de batterie ou une absence de signal. Un va et vient entre les deux peut également être salvateur.

Nos sorties peuvent nous amener à observer des éléments discrets du paysage par exemple une pierre en forme de cube avec une croix au milieu, placée sur une hauteur (on les rencontre surtout en pratique VTT) ou bien un petit médaillon de quelques cm. de diamètre portant ou non une cote d'altitude à l'intérieur, fixé sur un support vertical à environ 50 cm du sol.



Doc IGN

Il s'agit de repères sur lesquels va s'appuyer l'ossature de nos cartes. Deux disciplines particulières vont intervenir.

La première est la géodésie (qui détermine mathématiquement les formes de la terre) dont dépend la Topographie qui place avec précision ces repères sur des surfaces réduites et planes.

La seconde concerne les altitudes.

**+les repères géodésiques** permettent de poser sur une surface plate (un fond de carte) ce que l'on appelle la *planimétrie* : routes, villes, cours d'eau ... Ces repères sont scellés dans un élément solide et stable du paysage au sol ou en hauteur et deviennent des **points géodésiques**. *Ils sont ainsi matérialisés et les coordonnées bi ou tri dimensionnelles sont connues avec précision.*

**+les repères de nivellement** indiquent l'altitude : c'est l'*altimétrie* qui mesure les hauteurs relatives de différents points d'un terrain et permet de tracer des courbes de niveau et par suite le relief.

Les premiers sont protégés par une structure particulière si nécessaire suivant leur position. Les deux sont protégés par une servitude de droit public pour éviter déplacement et/ou destruction.

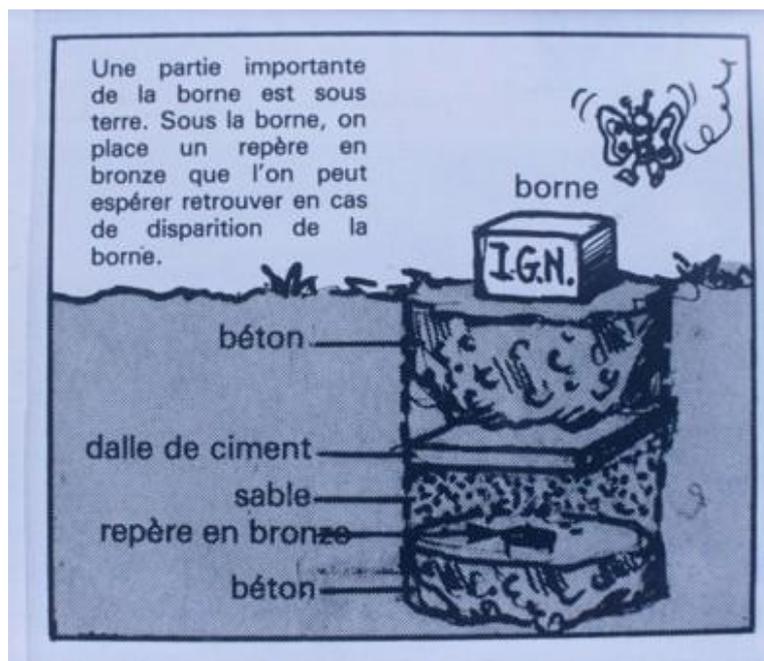
### Les points géodésiques

Les repères géodésiques utilisés se font en plusieurs modèles selon leur position :

**+Au sol** : il peut s'agir d'une pastille hémisphérique ou plate en laiton de 12 à 15 mm de diamètre marquée au centre d'un point gravé avec ses coordonnées ou bien une forme triangulaire de 11 cm de côté avec indication « IGN PG » ou bien cette même forme mais avec des cercles concentriques gravés et enfin des bornes géodésiques. (Doc IGN)



Ces dernières sont en granit et mesurent 16 à 35 cm de côté. La face supérieure porte le repère ou bien est munie d'une croix gravée où le géomètre peut caler son théodolite. Le repère pour ces dernières est alors enterré à une profondeur de 60cm à 1m environ, protégé par une couche de cendres noires pour l'abriter et repose sur une dalle en béton.



Tous ces points sont soit fixés au sol sur un support ou bien sur une hauteur dégagée.

Ils sont espacés de quelques km et visibles entre eux.

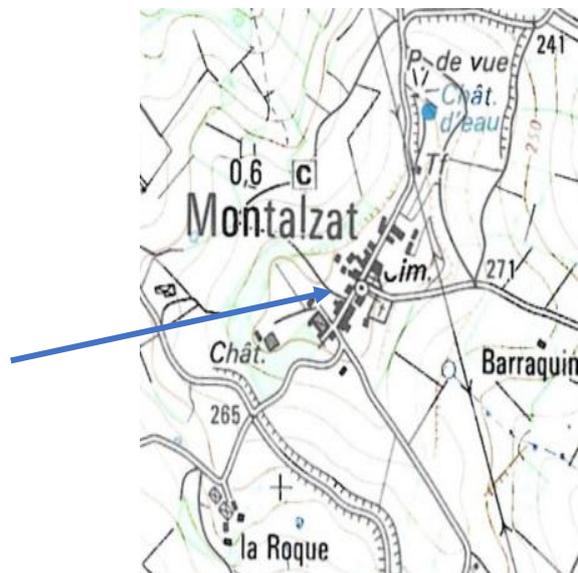


**+ en hauteur** : ce peut être un clocher (à la base de la croix ou au croisement des montants), un pylône, des antennes pérennes, un château d'eau...pas toujours accompagné du repère métallique.

**+ Sur la carte** ils sont représentés par un triangle avec un point à l'intérieur si c'est une borne ou par un rond avec un point s'il s'agit d'un clocher (le rond signale un édifice religieux, le point qu'il contient une borne qui peut être la base de la croix ou le point de croisement des montants de celle-ci).

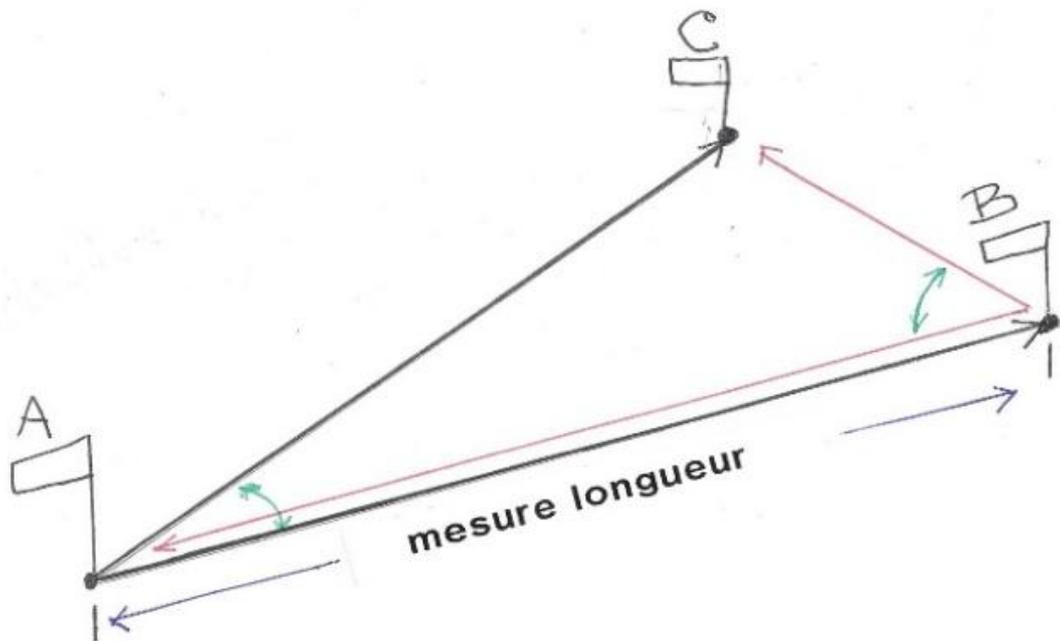


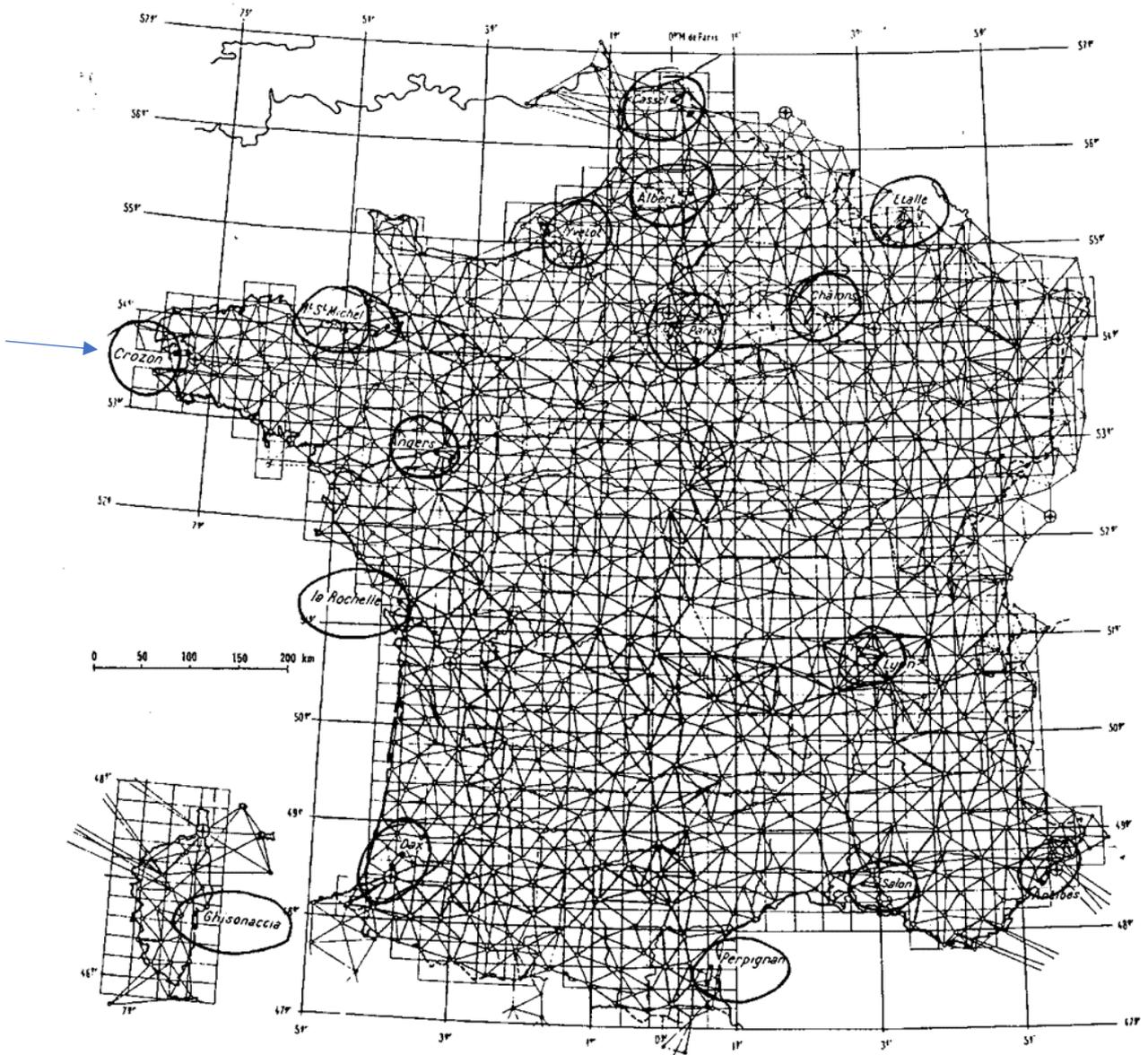
Doc IGN



**+La triangulation** : elle permet de positionner ces points avec précision sur la carte.

Le principe de la triangulation est le suivant : à l'aide d'une chaîne d'arpenteur, on mesure sur le terrain la distance AB. Avec une alidade (appareil de visée) placée au point A on vise en direction du point B puis du point C avec un théodolite. On relève la valeur de l'angle formé par ces 2 directions AB et AC. Ces valeurs sont reportées sur la carte. On place ensuite l'alidade au point B, on vise le point C, on mesure l'angle fait par les directions BA et BC, reportées sur la carte. On détermine ainsi la position exacte du point C par rapport aux points A et B. A partir des points B et C on peut déterminer la position d'un point D et créer ainsi des triangles voisins.





- Le réseau des points géodésiques
- Les bases sont entourées d'un cercle



Exemple de triangulation (carte IGN 1/50 000)



La croix du Panthéon

L'origine de la triangulation se trouve à Paris à la croix du Panthéon. S'y ajoutent des bases formées de 2 points séparés de quelques km (10 environ mesurés par relevés GPS) et disposées sur le pourtour du pays. Il existe en France environ 80 000 bornes de ce type. Ces éléments permettent aux géomètres de tracer au sol avec précision l'emplacement des routes, des lotissements avec leur alidade.

**+Chacun de ces repères possède une fiche détaillée à l'IGN disponible gratuitement. Pour trouver celle de son voisinage, il faut la chercher sur le site suivant (méthode d'accès en annexe) (doc IGN)**

**« Serveur de fiches- géodésie-IGN » - Voici les fiches :**

**IGN Réseau Géodésique Français**  
**CARLUS I**

**Point a**  
Borne en granit gravée IGN  
Point vu en place en 2002



Azimut de la prise de vue : 0 gr

**Point b**  
Calvaire : Croix : Centre  
Point vu en place en 2002



Azimut de la prise de vue : 16 gr

**Avertissement**

Compte-tenu des risques de déplacement des bornes ou autres points géodésiques, il est indispensable de rattacher vos opérations de topométrie à plusieurs points géodésiques proches, ceci afin de s'assurer de leur stabilité. La responsabilité de l'IGN ne saurait être engagée en l'absence d'un tel contrôle. Toute remarque concernant la destruction, la disparition ou le mauvais état des points géodésiques doit être signalée au Service de Géodésie et de Métrologie : geodesie@ign.fr

**Système : RGF93 (ETRS89) - Ellipsoïde : IAG GRS 1980**

Point	Longitude (dms)	Latitude (dms)	Hauteur (m)	Précision
a	2° 06' 24.1293" E	43° 53' 36.2616" N	335.94	< 10 cm
b	2° 06' 24.5494" E	43° 53' 37.4815" N	338.45	< 10 cm

**Système : RGF93 (ETRS89) - Projection : LAMBERT-93**  
**Système altimétrique : NGF-IGN 1969**

Point	e (m)	n (m)	Précision plani	Altitude (m)	Précision alti
a	628219.55	6310894.90	< 10 cm	286.05	< 5 mm
b	628229.36	6310932.45	< 10 cm	288.56	< 50 cm

© 2009 IGN - INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE  
73 Avenue de Paris 94165 SAINT-MANDE CEDEX  
IGN/SGM 2003/2019 Page 2/2

**IGN Réseau Géodésique Français**  
**CARLUS I**

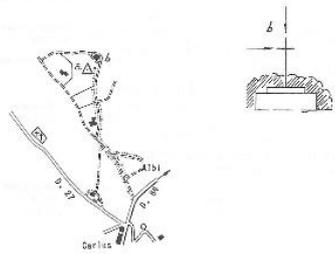
Département : TARN (81) No du Site **8105901**  
Commune : CARLUS Site du Réseau révisé  
Lieu-dit : Carte du Réseau révisé



Azimut de la prise de vue : 20 gr



Carte : 2242 CAH.F.A.C.



Situation topo : 0,6 km N.O. de Carlus

© 2009 IGN - INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE  
73 Avenue de Paris 94165 SAINT-MANDE CEDEX  
IGN/SGM 2003/2019 Page 1/2

Cette méthode connue depuis l'antiquité (avec Thales vers - 600 en particulier) sera appliquée en France dès la fin du 17<sup>e</sup> s avec des méthodes plus précises par une triangulation des côtes françaises puis le long des routes d'abord en suivant le méridien de Paris.

Elle montrera que la France est plus petite que prévue ce qui aboutira à cette remarque de Louis XIV : « Ces Messieurs de l'Académie m'ont fait perdre plus de territoires que tous mes ennemis ».

La première triangulation complète de la France sera réalisée au cours du XVIII<sup>e</sup>s par le fondateur de la lignée des Cassini (astronomes du Roi) qui entreprendra la réalisation d'une carte de France précise (à l'échelle : une ligne pour 100 Toises proche du 1/80 000 actuel) qui sera la première en Europe et fera son admiration malgré son absence de relief.

Le réseau de triangulation sera perfectionné au fil des années et servira de support au XIX<sup>e</sup>s à la carte dite d'Etat Major avec reliefs en hachures (échelle 1/80 000), au XX<sup>e</sup>s avec la carte actuelle au 1/25 000. Cette dernière bénéficiera de l'aide des photos aériennes puis des satellites pour sa réalisation et sa numérisation ce qui remplacera le tracé manuel. :il s'agit du GNSS : géolocalisation et navigation par un système de satellites qui servira pour le GPS, applications civiles (utilisations par les géomètres pour la topographié : routes, lotissements...), navigation des véhicules.) ; on notera que le grand public attribuera même actuellement le nom de carte d'Etat-Major à toute carte actuelle un peu détaillée !

Soit une carte par siècle !

### **Les repères de nivellement**

Ce sont des points matérialisés dont l'altitude est déterminée avec précision : Ils sont le plus souvent en fonte. Ils sont scellés par un ciment sur un support vertical stable et pérenne (mur, rocher, pont...) à 50 cm au-dessus du sol de préférence sur des bâtiments publics (quais de gares où ils sont souvent en très bon état, églises...). Ils sont référencés dans les archives de l'IGN par un *matricule* qui est un ensemble de chiffres et de lettres et une altitude. Ces cotes ne sont plus indiquées sur le terrain compte tenu des variations du support avec le temps. L'altitude qui reste indiquée est arrondie au mètre pour l'information du public.



Doc IGN

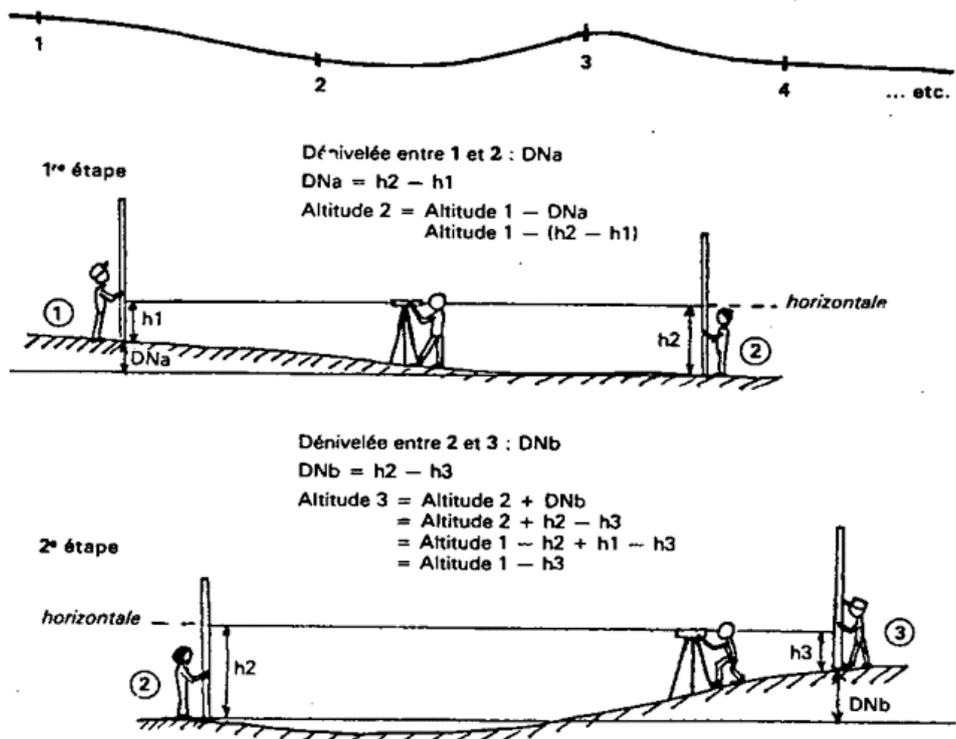
Ces repères servent **au nivellement**, technique qui va fournir des mesures chiffrées pour déterminer le relief et tracer les courbes de niveau. Les géomètres utilisent une perche graduée en rouge et blanc qui sert de mire et tenue par un aide, visée par une lunette.

## LE NIVELLEMENT DE PRÉCISION

### Techniques opératoires et problèmes soulevés

Le principe de l'établissement du réseau de nivellement est exposé à l'aide du croquis ci-dessous. L'opérateur travaille ici avec deux aides ou « portemires », ils effectuent un cheminement, chaque aide stationnant un point sur deux. A chaque déplacement de l'un d'eux, le niveleur mesure la différence d'altitude (dénivelée) entre les deux points sur lesquels ils ont placé leurs mires.

L'altitude du point 1 étant connue, on en déduit l'altitude du point 2 puis du point 3 et ainsi de suite.



Il existe 450 000 points (1 tous les 800 m). Ils font partie du nivellement général de la France((NGF)

Le niveau 0 des côtes d'altitude est fixé à Marseille au marégraphe mis en place en 1883 et des mesures de 1884 à 1896 soit sur 13 ans pour obtenir une moyenne retenue pour niveau officiel. Il est actuellement secondé par un appareil numérique.

**Chacun de ces repères dispose d'une fiche signalétique détaillée à l'IGN, disponible gratuitement. Pour trouver ceux de son voisinage, la marche à suivre est identique à celle des points géodésiques mais il faut cocher la case 'nivellement' au cours de la procédure.**

**Méthode d'accès en annexe.**

Nivellement Général de la France - Réseau Français de Nivellement de Précision			
Service Géodésie Nivellement Repère de nivellement			
Matricule :	<b>G.D.R3 - 339</b>		Système d'altitude : NGF - IGN1969 - Altitude normale <b>43,770 m</b>
Type :	M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL		Année de détermination : 1993
<b>Coordonnées du repère</b>			
Système RGF93 - Ellipsoïde : IAG GRS80 - Méridien origine : Greenwich			
Longitude :		Latitude :	
Système RGF93 - Projection LAMBERT - 93			
E (km) :	699,30	N(km) :	6 939,50
Système NTF - Projection LAMBERT - 1			
E(km) :	647,30	N(km) :	206,30
			
Département :	OISE		
Commune :	SEMPIGNY	Numéro INSEE :	60610
Feuille :	CHAUNY	Numéro :	2510
		Quart :	Sud-Ouest
Vole suivie :	D.165		
	de BAILLY (D.40) à SEMPIGNY (EGLISE)		Côté :
			Gauche
Distance :	0,50 km du repère G.D.R3 - 338		PK :
Localisation :			
Support :	CIMETIERE DE SEMPIGNY		
	PILIER SUD-OUEST DU PORTAIL, FACE SUD-EST, FACE ROUTE		
Repèrèment :	A L'AXE		
	A 0.55 M AU-DESSUS DU TROTTOIR		
Remarques :	- Repère vu en place en 1993.		
le repère est au centre de la photo			
<b>©IGN 2003</b> Institut géographique national 136bis, rue de Grenelle 75700 PARIS 07 SP  Reproduction autorisée avec mention ©IGN 2003 dans le cadre de la cartographie réglementaire.		<b>Avertissement</b> Compte-tenu des risques de destruction ou de déplacement des bornes ou repères, il est indispensable de procéder avant usage à un contrôle de stabilité avec les repères voisins. La responsabilité de l'IGN ne saurait être engagée en l'absence d'un tel contrôle. Toute remarque concernant la disparition ou le mauvais état des repères doit être signalée au Service de la géodésie : sgrn@ign.fr	

**Sources\_:**

-IGN (nombreux documents sur internet).

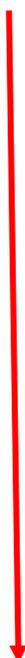
--Géodésie de poche (IGN).

-Société des amis de la bibliothèque et d'histoire de l'école polytechnique (Sabix).

-Documentation personnelle.

Avec mes remerciements à l'IGN : « Département de l'Information et des Canevas géodésiques » pour la rédaction de cet article.

**Mode d'emploi du serveur IGN dans les 3 pages suivantes pour bien rechercher les fiches des repères.**



## ANNEXE

### Mode d'emploi Détaillé Illustré

#### Exemple

#### Recherche de la borne indiquée « CARLUS » au SW d'Albi

Poser la croix (souris) dans le carré rouge pointillé.  
Déplacer l'ensemble vers le lieu choisi  
Affiner : après un certain niveau d'échelle, le cadre devient un point.

Choisir une échelle adaptée : 1/68247

Choisir l'affichage « Géodésie »

Vérifier si les 5 options sont validées  
(y compris « réseau GNSS permanent »)

Cliquer sur: RECHERCHER



1. Chercher le lieu avec la souris: Carlus au SW d'ALBI
2. Relever le numéro de la Borne: 8105901,
3. Cliquer sur « rechercher » dans le bandeau. 1
4. Le cadre +rechercher +apparaît.
5. Inscrire le numéro de la borne dans la case « site géodésique ». 2
6. Valider dans le bandeau sur « rechercher » (ne pas aller sur OK en bas du cadre, (il y a un bug sur le serveur).

**RECHERCHER**

**PAR LE NOM (points IGN)**

Repère de nivellement

Site géodésique 8105901

8105901 - CARLUS 1

**PAR LES COORDONNEES**

Est en mètres

Nord en mètres

RGF93 | planes (Lambert193)

**PAR LE LIEU**

Nom ou INSEE de la commune

Nom ou N° de la carte au 1/50000

Sélectionner tous les points

Sélectionner les sites

Sélectionner les repères de nivellement

Annuler OK

Valider dans le bandeau le cadre I, son pourtour devient rouge .



Revenir sur la borne avec la souris, centrer la croix sur le triangle pour que la croix s'allume.



Cliquer. Apparition d'un rectangle blanc avec le numéro et le nom de la borne



Cliquer sur le carré rouge en bas et à droite du cadre blanc.

Les fiches apparaissent :

**IGN Réseau Géodésique Français**  
**CARLUS I**

**Point a**  
Borne en granit gravée IGN  
Point vu en place en 2002



Azimut de la prise de vue : 0 gr

**Point b**  
Calvaire : Croix : Centre  
Point vu en place en 2002



Azimut de la prise de vue : 16 gr

**Avertissement**  
Compte-tenu des risques de déplacement des bornes ou autres points géodésiques, il est indispensable de rattacher vos opérations de topométrie à plusieurs points géodésiques proches, ceci afin de s'assurer de leur stabilité. La responsabilité de l'IGN ne saurait être engagée en l'absence d'un tel contrôle. Toute remarque concernant la destruction, la disparition ou le mauvais état des points géodésiques doit être signalée au Service de Géodésie et de Météorologie : [geodesie.ign.fr](http://geodesie.ign.fr).

**Système : RGF93 (ETRS89) - Ellipsoïde : IAG GRS 1980**

Point	Longitude (dms)	Latitude (dms)	Hauteur (m)	Précision
a	2° 06' 24.1293" E	43° 53' 36.2616" N	335.94	< 10 cm
b	2° 06' 24.5494" E	43° 53' 37.4815" N	338.45	< 10 cm

**Système : RGF93 (ETRS89) - Projection : LAMBERT-93**  
**Système altimétrique : NGE-IGN 1969**

Point	e (m)	n (m)	Précision plani	Altitude (m)	Précision alti
a	628219.55	6310894.90	< 10 cm	286.05	< 5 mm
b	628229.36	6310932.45	< 10 cm	288.56	< 50 cm

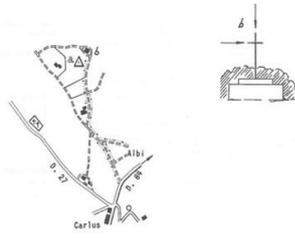
© 2009 IGN - INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE  
73 Avenue de Paris 94345 SAINT-MANDE CEDEX  
IGN/SGM 20/03/2019 Page 2/2

**IGN Réseau Géodésique Français**  
**CARLUS I**

Département : TARN (81)  
Commune : CARLUS  
Lieu-dit :  
No de Site : 8105901  
Site du Réseau de détail




Azimut de la prise de vue : 20 gr  
Carte : 2242 CASTILLAC



Situation topo : 0,5 km N.O. de Carles

© 2009 IGN - INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE  
73 Avenue de Paris 94345 SAINT-MANDE CEDEX  
IGN/SGM 20/03/2019 Page 1/2

## Mode d'emploi détaillé notice

### *Exemple :*

#### ***Recherche de la Fiche de la borne indiquée à « Carlus » au SW d'Albi***

#### **Cadre en haut à gauche**

- choisir le cadre en déplaçant en haut à gauche le cadre rouge avec la souris.
- choisir l'échelle par exemple 1/68247 ni trop grande ni trop petite. A un certain niveau d'échelle, le cadre devient un point avec augmentation des détails. *t. Attention, pour un géographe, une échelle au 1/25000 est plus grande qu'une échelle au 1/100 000, c'est l'inverse du sens commun !*
- afficher « géodésie »
- options avancées : vérifier les 5 sites soient cochés.

#### **Grand cadre à droite**

- chercher le lieu avec la souris : Carlus au SW d'Albi. Jouer avec l'échelle.
- relever le numéro de la borne : 8105901.
- dans le bandeau : cliquer sur « rechercher ».
- dans le cadre qui apparaît intitulé « rechercher », inscrire le numéro de la borne 8105901 dans la case « site géodésique ».
- valider en allant dans le bandeau sur « rechercher » (et non pas sur le OK en bas à droite du cadre, il y a un dysfonctionnement dans le serveur).
- valider dans le bandeau le cadre dont le pourtour devient rouge.
- revenir sur la borne avec la souris, centrer la croix dans le triangle, elle s'allume. Cliquer.
- apparition d'un rectangle blanc intitulé « réseau géodésique de détail » avec le numéro et le nom de la borne.
- cliquer dans ce cadre sur le carré rouge en bas à droite.
- la fiche recherchée apparaît.