

Mise au point sur les réseaux de géodésie et nivellement

Le n° 119 d'XYZ a présenté la maintenance du réseau français de nivellement par l'IGN (devenu depuis l'Institut national de l'information géographique et forestière) effectué grâce à un processus baptisé ERNIT (Entretien du Réseau de Nivellement par les Triplets). Après quatre ans de mise en œuvre du dispositif et des nouvelles possibilités offertes à l'utilisateur (réseau de nivellement mis à jour plus fréquemment et répondant mieux aux besoins et aux technologies actuelles), XYZ a fait le point avec l'auteur de l'article, Alain Coulomb, responsable au Service de géodésie et nivellement de l'IGN du département des Réseaux de référence matérialisés.

XYZ : que signifie cette appellation "Réseaux de référence matérialisés" ?

A. Coulomb : tous les travaux d'aménagement du territoire nécessitent un géoréférencement, c'est-à-dire que tout objet du terrain doit être associé à sa position dans l'espace, décrite par des coordonnées. Pour que les projets d'aménagement puissent être géoréférencés, l'IGN met en place et entretient des réseaux couvrant tout le territoire national. Ces réseaux sont :

- le réseau GNSS (Global Navigation Satellite System) permanent, composé de près de 340 stations dont les données sont mises à disposition de la collectivité sur <http://rgp.ign.fr/>.
- les réseaux dits "matérialisés" qui sont :
 - le nivellement général de la France (NGF), réseau de référence verticale constitué de plus de 350 000 repères de nivellement dont l'altitude est déterminée avec précision,
 - le réseau géodésique français (RGF), constitué de plus de 80 000 sites, dont les points sont définis par leurs coordonnées tridimensionnelles.

Chaque repère de nivellement et chaque point géodésique est décrit par une fiche signalétique, accessible librement sur <http://geodesie.ign.fr/>.

XYZ : à l'heure où le RGP se développe de plus en plus, les réseaux matérialisés ne sont-ils pas un peu désuets ?

AC : le téléchargement d'environ 30 000 fiches par mois témoigne de l'intérêt que présentent les points des réseaux matérialisés pour la communauté nationale. Et ces niveaux élevés de téléchargement (20 000 en nivellement et 10 000 en géodésie) ne faiblissent pas depuis qu'ils sont mesurés, c'est-à-dire depuis mars 2009.

L'une des raisons du succès des réseaux matérialisés est que l'accès à la référence altimétrique NGF/IGN69 se fait avec plus de précision par un rattachement en nivellement direct à partir d'un repère de nivellement (dont on contrôle la stabilité !) que par une méthode incluant des mesures GNSS. Par ailleurs, il convient aussi de noter que les travaux d'entretien des

réseaux matérialisés sont indispensables à l'amélioration de la composante géopotentielle par la fourniture de points d'appui et de contrôle pour la constitution de grilles de conversion altimétriques sur l'ensemble du territoire national. Par exemple, l'amélioration des grilles RAF est notamment réalisée à partir de mesures de gravimétrie et de nivellement effectuées sur des points matérialisés. Donc non, les réseaux matérialisés ne sont pas désuets, mais leur mode d'entretien s'est beaucoup modernisé au cours de la dernière douzaine d'années.

XYZ : alors quels sont-ils, ces modes d'entretien ? Commençons si vous le voulez bien par celui du réseau géodésique.

AC : le Réseau Géodésique Français (RGF) est structuré en trois composantes : le Réseau de Référence Français (RRF), le Réseau de Base Français (RBF) et le Réseau de Détail Français (RDF). Par commodité et parce qu'elles sont entretenues de la même façon, les deux premières composantes sont souvent associées et désignées par l'appellation RBF. Pour des raisons budgétaires, l'entretien du RDF se limite, à part quelques mesures de nivellement effectuées dans le cadre de l'entretien du NGF, à des mises à jour consécutives à des remontées d'informations provenant de diverses sources (gendarmeries, mairies, géomètres, etc.).



Borne géodésique et repère de nivellement





L'entretien du RBF comprend une phase de visite pluriannuelle (actuellement l'ensemble du réseau est visité en quatre ans), qui a pour but d'établir un état de l'information cohérent avec la réalité du terrain et de mettre à jour la Base de données géodésique (BDG). Cette phase de visite laisse des traces sur le terrain puisque les points sont dégagés des éléments qui peuvent les recouvrir (terre, mousses...) et peints en blanc.

Les résultats de cette première phase, ainsi que les informations transmises par les utilisateurs du réseau, permettent d'identifier des sites qui ne répondent plus aux besoins des utilisateurs (destruction ou détérioration de points, nouveaux masques empêchant les mesures GNSS...).

Une phase de réfection, qui concerne environ 15 sites par an et qui voit la construction de nouveaux points, est destinée à remettre le réseau en conformité avec ces besoins.

XYZ : et pour l'entretien du NGF ?

AC : actuellement, l'entretien des réseaux de nivellement d'outre-mer est réalisé par nivellement direct, le long de lignes de nivellement. A terme, lorsqu'une grille de conversion précise sera disponible sur chaque territoire, il est probable que l'entretien des réseaux d'outremer suive la même évolution que celui du réseau métropolitain.

En métropole, la méthode actuelle d'entretien du réseau de nivellement, qui fait intervenir la notion de "triplet", est un judicieux compromis qui tient compte des avis exprimés par les utilisateurs du réseau (en premier lieu, disposer d'altitudes de repères de nivellement plus fréquemment mises à jour), de leurs besoins en termes de précision relative, des moyens que l'IGN peut mettre en œuvre pour l'entretien du NGF et des évolutions technologiques.

XYZ : ah, les fameux triplets ! Pouvez-vous nous en dire un peu plus sur eux ?

AC : une information très complète sur les triplets est disponible sur le site <http://geodesie.ign.fr/>. Un triplet est un groupe d'au moins trois repères de nivellement. La répartition des triplets

est réalisée pour que tout point habité du territoire (plus de 200 habitants) soit à moins de 5 kilomètres d'un triplet.

XYZ : pourquoi 5 kilomètres ? Et à quoi cela sert-il d'implanter plusieurs repères de nivellement dans un même bourg, alors que le bourg d'à côté n'en abrite aucun ? N'y a-t-il pas un service rendu différent ?

AC : la méthode d'entretien actuelle du NGF a pour but d'offrir à l'utilisateur du réseau de nivellement la possibilité de déterminer l'altitude d'un point (ndlr : point bleu sur le croquis) à partir d'un autre point rattaché au réseau de nivellement (ndlr : points jaunes sur le croquis), en mesurant, à l'aide de deux récepteurs GNSS, la différence de hauteur au-dessus de l'ellipsoïde entre les deux sites. Pour obtenir rapidement (en quelques dizaines de minutes) une précision centimétrique avec une telle méthode, il faut notamment que les deux récepteurs ne soient pas trop éloignés (distance entre les deux points inférieure à 5 km). Le rattachement au NGF nécessite d'effectuer, au moyen d'outils de nivellement traditionnels (mires et niveau), un contrôle de l'altitude du repère de rattachement par remesure des dénivelées avec les repères les plus proches (opération dite "contrôle de stabilité"). Des groupes d'au moins trois repères rendent ce contrôle de stabilité rapide et peu coûteux.

Avec cette méthode, l'accès à la référence altimétrique nationale est pos-

sible même dans les bourgs où aucun repère de nivellement n'est implanté.

XYZ : quel est l'état d'avancement de l'équipement du territoire en triplets ?

AC : après une première phase qui a consisté, entre 2000 et 2008, à créer de nouveaux triplets dans les zones où le réseau de nivellement n'était pas assez dense, le territoire métropolitain est aujourd'hui équipé d'environ 13 200 triplets. Leur entretien (nouvelles mesures, nouveaux calculs, mise à jour des données descriptives...) a débuté en 2008. L'objectif fixé est de réaliser la réfection totale du réseau des triplets sur une période de 12 ans.

Au fur et à mesure de l'avancement de l'entretien du réseau, qui a commencé par la partie ouest du territoire, les triplets deviennent facilement identifiables sur le fonds cartographique du serveur de fiches signalétiques : ils sont matérialisés par des disques de couleur rose pâle, de 1 km de diamètre, et les repères de nivellement qui appartiennent à un triplet sont indiqués par de petits disques rouges à bords blancs (le centre des autres repères est jaune). La fiche signalétique du repère indique son appartenance à un triplet ainsi que la liste des autres repères qui en font partie.

XYZ : et que deviennent les repères de nivellement qui n'appartiennent pas aux triplets ?

AC : sauf cas particulier, les repères ne faisant pas partie d'un triplet ne font

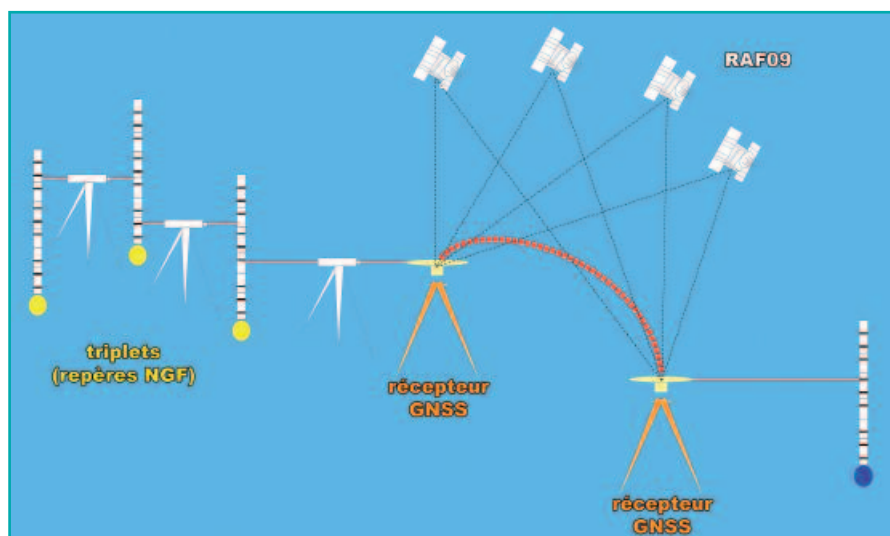
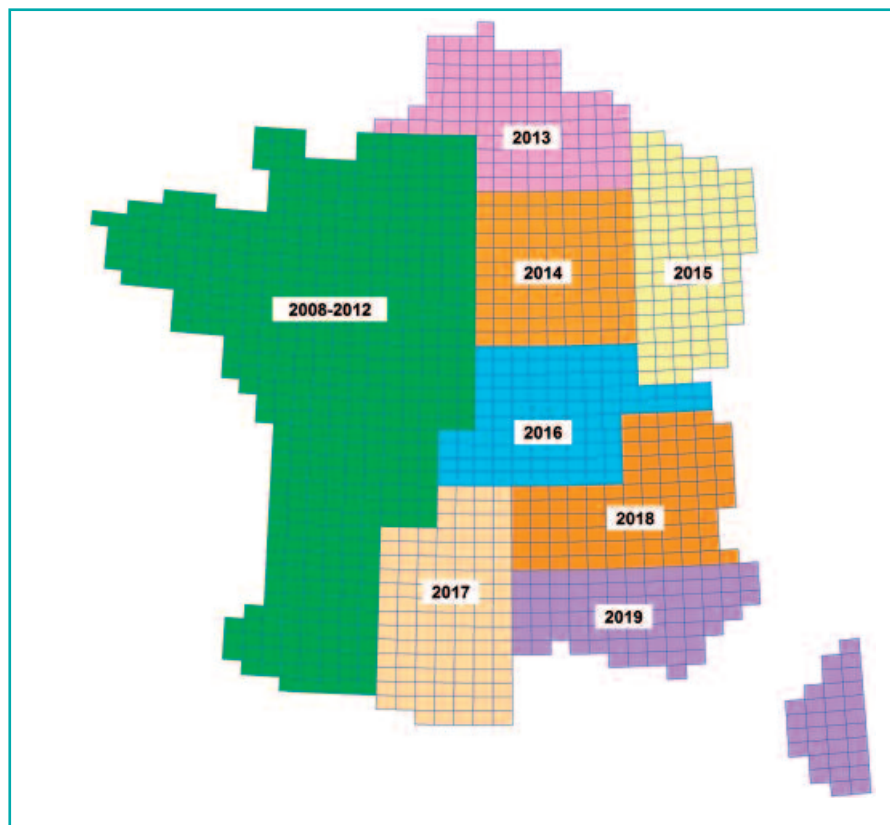


Schéma des observations rendues possibles par les triplets



réseau NGF répond mieux aux besoins actuels et aux technologies modernes. Il permet des rattachements altimétriques peu coûteux. Comme les triplets sont fréquemment mis à jour, l'accès au NGF doit se faire en priorité par l'intermédiaire des triplets.

De plus, les mesures acquises dans le cadre de l'entretien du NGF par les triplets améliorent notre connaissance du géoïde et participent à l'amélioration de la grille de Référence altimétrique française (RAF). Les progrès réalisés sur le territoire de la Communauté urbaine de Nantes, utilisatrice régulière des triplets, illustrent bien cette idée. L'entretien du réseau de nivellement par les triplets dans la région nantaise a été réalisé en 2010. Auparavant, il existait des écarts conséquents entre les altitudes déterminées par conversion de hauteurs ellipsoïdales et celles obtenues par nivellement direct (ndlr : en rouge sur le croquis). Depuis 2010, les écarts sont réduits à 1 ou 2 cm (ndlr : en bleu

Avancement et programme prévisionnel de l'entretien du NGF par les triplets



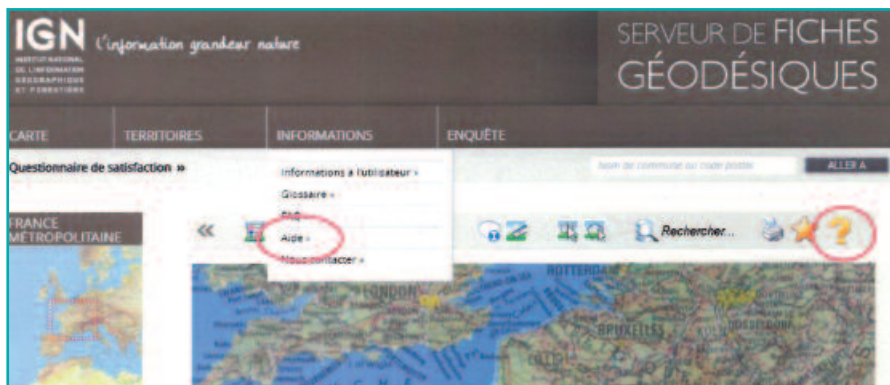
Visualisation d'un triplet sur l'interface graphique du site <http://geodesie.ign.fr/> plus l'objet de nouvelles mesures. Mais ils ne sont pas pour autant abandonnés. L'IGN continue aussi à mettre à jour sa base de données en intégrant les informations issues de diverses sources ("dépose-repose" réalisées par des géomètres, propriétaires de bâtiments supportant des repères, utilisateurs du réseau...).

XYZ : quels sont les avantages de l'entretien du NGF par les triplets ?

AC : au fur et à mesure de la couverture du territoire par les triplets, le



Écarts "RAF-NGF" en millimètres dans l'agglomération de Nantes



Page d'accueil du serveur de fiches et accès à l'aide



sur le croquis). Vous voyez que l'entretien des réseaux matérialisés est une activité très moderne !

XYZ : une dernière question sur le nivellement : à quoi servent les indications qui figurent parfois sur les repères eux-mêmes ?

AC : effectivement, certains repères de nivellement comportent des plaquettes où peuvent figurer un matricule ou une altitude. Ces renseignements, s'ils présentent parfois un intérêt esthétique et patrimonial, ne sont plus d'actualité dans la plupart des cas. Pour connaître le matricule et l'altitude d'un repère de nivellement, il est indispensable de consulter sa fiche signalétique.

Une plaquette est fixée au centre des repères mesurés récemment. Le matricule et l'altitude exacte, sujets à variations (renumérations, dépose-repose, etc.) n'y sont plus indiqués. Seule est frappée l'altitude arrondie au mètre, dans un but d'information d'un public



Repère de nivellement muni d'une plaquette indiquant son altitude arrondie au mètre

non technicien. Évidemment, un repère qui n'est pas muni de plaquette n'est pas un repère abandonné. Il est aussi utile qu'un repère disposant d'une plaquette et doit faire l'objet des mêmes mesures de conservation.

XYZ : je suis utilisateur des réseaux matérialisés, comment puis-je donner mon avis sur ces réseaux ?

AC : la page d'accueil du serveur de fiches signalétiques donne accès à une enquête de satisfaction. Les réponses à cette enquête permettent de répondre encore mieux aux besoins des utilisateurs des réseaux matérialisés.

XYZ : et quelles sont les principales critiques qui vous sont adressées ?

AC : les principales pistes d'amélioration concernent l'accès au serveur de fiches signalétiques. Celui-ci est possible depuis le site <http://www.geoportail.gouv.fr/>. L'accès le plus direct et le plus simple se fait par <http://geodesie.ign.fr/>. La première page de ce site permet un accès direct au serveur de fiches signalétiques. Une aide très complète a été rédigée pour assister l'utilisateur dans ses recherches.

XYZ : les fiches sont-elles fréquemment mises à jour ?

AC : elles sont évidemment mises à jour à chaque intervention de l'IGN sur le terrain. Mais elles le sont aussi grâce à des remontées d'informations pro-

venant des utilisateurs des réseaux. Par exemple, en 2011, 6 500 points ont été nouvellement photographiés ou ont vu leur photographie actualisée, 8 200 points ont vu leur état et leur descriptif mis à jour, 800 repères de nivellement nouveaux ont été implantés...

XYZ : vous avez évoqué plusieurs fois le rôle que pourraient jouer les utilisateurs dans l'entretien des réseaux matérialisés, comment peuvent-ils faire remonter de l'information à l'IGN ?

AC : oui, je suis persuadé que ce rôle pourrait être beaucoup plus important. Songez par exemple aux 9 000 fiches de sites RDF téléchargées tous les mois et aux possibilités d'actualisation des données descriptives de ces sites que cela pourrait susciter. Si donc vous avez une question à nous soumettre ou une information à nous communiquer (destruction d'un point ; au contraire, point vu en place à une date donnée ; photographie, etc.), rien de plus simple, il vous suffit d'envoyer un courrier électronique à sgn@ign.fr. L'information que vous fournissez est intégrée dans la base de données géodésique dans les jours suivant l'envoi de votre message et elle est visible par tous sur le site <http://geodesie.ign.fr/> le lendemain de son intégration en BDG. ●

► Pour en savoir plus :

<http://geodesie.ign.fr/>

► Pour en savoir plus sur les triplets :

<http://geodesie.ign.fr/index.php?page=ernit>

revue XYZ n°119 – 2^e trimestre 2009 –

Entretien du réseau de nivellement

par les triplets

IGN-Magazine n°63 – Juillet-août 2011

– Questions/Réponses

► Pour contacter le sgn : sgn@ign.fr

► Pour répondre à l'enquête de satisfaction concernant les réseaux matérialisés :

<http://geodesie.ign.fr/fiches/>

Contact

Alain COULOMB

alain.coulomb@ign.fr