

LE BORNAGE DE LA FRONTIERE ALGERO-TUNISIENNE

*Hocine MOUZAIA
Institut National de Cartographie*

RESUME:

Dans le cadre de ses prérogatives, l'Institut National de Cartographie est sollicité chaque fois que des travaux de bornage d'une de nos frontières d'Etat sont engagés. Il a participé pour la première fois au bornage du tronçon Sud de la frontière algéro-tunisienne en 1968, soit quelques mois à peine après sa création. Par la suite la frontière algéro-nigérienne a été bornée en 1981, et vinrent ensuite les frontières avec le Mali, la Mauritanie et enfin la Tunisie sur le tronçon Mer Méditerranée-Bir Romane.

Le présent écrit se propose de traiter du bornage du tronçon Nord de la frontière algéro-tunisienne qui, en raison de difficultés propres, a nécessité de la part de l'INC, dès 1983, la mobilisation de moyens importants, un investissement spécial en équipements cartographiques, notamment un mini-ordinateur, un digitaliseur, une table traçante, des distancemètres électroniques, etc... Cela a été également une occasion pour ses ingénieurs et techniciens d'améliorer leur expérience dans un domaine où l'exactitude et la précision sont de rigueur, et où le droit à l'erreur n'est pas permis.

Mots-clés: *Convention, bornage, frontière d'Etat, borne-frontière,*

1/ INTRODUCTION:

La frontière terrestre séparant l'Algérie et la Tunisie est longue de 1020 km; elle s'étale de la Mer Méditerranée, au Nord, à Bordj El Khadra (ex Fort-Saint), point triple entre l'Algérie, la Tunisie et la Libye, au Sud. Son bornage a été effectué durant deux opérations distinctes:

-En 1968, a été borné le tronçon Sud compris entre Bir Romane et Fort-Saint. Ce tronçon qui est long de 280 km, a été par la suite densifié en 1970.

-En 1993, a été borné le tronçon compris entre la Mer Méditerranée et Bir Romane. Cette partie de la frontière d'une longueur de 740 km, a fait également l'objet d'une densification en 1997.

Les opérations de bornage ont été effectuées suivant une procédure officielle engageant les deux Etats. C'est ainsi que des accords ont été signés et appliqués en commun. A l'issue des opérations de terrain, les documents constituant l'ensemble du dossier de bornage, ont été conjointement déposés au niveau de l'Organisation des

Nations Unies. Cette procédure a permis d'officialiser et pérenniser tous les travaux de bornage conformément, d'ailleurs, aux règles en vigueur au niveau international.

2/ PRESENTATION DE LA FRONTIERE ALGERO-TUNISIENNE:

La frontière algéro-tunisienne est orientée d'une manière générale dans une direction Nord-Sud. Elle présente des sinuosités tout le long de son parcours; seule la partie située dans le Sahara, est constituée de lignes droites. La nature du terrain qui la constitue peut être distinguée en quatre grandes catégories:

- Dans le Nord, le terrain se présente sous forme de montagnes couvertes de forêts ou de maquis. Son relief est accidenté. La limite frontalière chemine suivant beaucoup de lignes naturelles caractéristiques: lignes de crête, cours d'eau. Elle passe sur de nombreux sommets de montagnes, des cols, des gorges etc... Le bornage de cette partie de la frontière longue de 200 km, et comprise entre la Mer et Tebessa, a nécessité 193

bornes soit une densité moyenne de 1 borne par kilomètre.

- Entre Tébessa et Bir El Ater, soit une longueur de 190 km, c'est la zone des Hauts-Plateaux. Le terrain est généralement plat ou présentant de légères ondulations; l'altitude est élevée et le climat y est aride. La végétation existante varie entre la petite broussaille, des forêts de pins d'Alep, et la steppe; on rencontre par ailleurs, beaucoup d'exploitations agricoles de part et d'autre de la frontière. Le tracé frontalier chemine suivant beaucoup de lignes artificielles, telles que des lignes droites, des limites de culture, des pistes ou d'anciens chemins. La densité moyenne y est d'une borne par kilomètre.

-Entre Bir El Ater et Négrine (100 km), des chaînes de montagnes élevées et rocaillieuses constituent l'essentiel du relief (Djebel Zriga, Djebel M'Ghetta et Djebel Mandra). En raison de la difficulté particulière du terrain, le bornage de ce secteur a nécessité moins de bornes (densité moyenne: 1 borne tous les 2 km). La frontière chemine suivant des lignes naturelles faciles à identifier (lignes de crêtes); seuls les points caractéristiques ont été matérialisés.

-A partir de Ben Guecha, c'est le désert du Sahara qui commence par une série de chotts salés et se continue par de nombreuses dunes et cuvettes sablonneuses. La frontière chemine par une succession de lignes droites dont tous les sommets ont été bornés. L'intervalle entre deux bornes varie entre 2,5 km et 10 km, en fonction de la difficulté du terrain et de la fréquentation humaine.

3/ PROCESSUS ARRETE EN VUE DU BORNAGE DU TRONÇON COMPRIS ENTRE LA MER MEDITERRANÉE ET BIR ROMANE:

Les opérations de bornage ont été effectuées par des équipes techniques mixtes des deux pays composées d'ingénieurs et de techniciens. La procédure qui a été appliquée est la suivante:

i- Signature, en 1983, d'une convention bilatérale de bornage comprenant les instruments ci-après:

* Tracé de la frontière délimité sur des cartes topographiques aux échelles 1/50.000, 1/100.000 et 1/200.000.

* Descriptif littéraire du tracé.

* Anciens textes descriptifs établis par les délimitateurs coloniaux, accompagnés des plans de l'époque .

ii- Désignation et mise en place d'un groupe technique mixte chargé de mettre en application cette convention. Ce groupe a commencé par arrêter un cahier des charges définissant toutes les opérations devant être exécutées ainsi que les moyens appropriés à mettre en oeuvre. Le processus arrêté consistait à:

*Effectuer une prise de vues aériennes verticale à l'échelle 1/35.000 tout le long de la frontière,

*Mettre en place et déterminer un réseau géodésique de base tout le long de la limite frontalière. Ce réseau est destiné à sévir d'ossature à tous les travaux futurs communs sur cette frontière.

*Equiper en points de calage (stéréopréparation) cette prise de vues aériennes en vue de sa restitution photogrammétrique.

*Reconnaitre sur le terrain et déterminer les signes matériels définissant le passage de la limite frontalière,

*Implanter les bornes de délimitation définitives,

*Réaliser une cartographie spéciale à l'échelle 1/25.000 pour toute la bande frontalière, la renseigner et y reporter le tracé frontalier définitif,

*Elaborer un descriptif modernisé du tracé frontalier,

*Elaborer le dossier technique définitif commun dont une copie est à déposer au Secrétariat des Nations Unies.

4/ TRAVAUX DE BORNAGE EFFECTUES:

a/ Géodésie:

Les travaux de bornage proprement dits ont été effectués suivant le processus défini ci-dessus. Toutefois, en raison de difficultés techniques rencontrées, les travaux

préliminaires prévus, ont nécessité beaucoup plus de temps que prévu. Le groupe technique mixte a dû faire de nombreuses séances de travail et a effectué plusieurs sorties sur le terrain, pour venir à bout des multiples problèmes.

Le premier problème concerne le système géodésique à adopter en vue de la détermination des coordonnées du réseau géodésique commun prévu tout le long du tracé frontalier. Le système algérien étant basé sur le point fondamental de la Colonne Voirol à Alger, est différent du système tunisien qui est basé sur le point de Carthage à Tunis. En outre, la zone de travail étant à l'extrême Est de l'Algérie, les altérations sur les mesures de longueur attendues de notre système géodésique, et qui seraient dues à cet éloignement, ne nous recommandait pas de nous engager dans des déterminations qui devaient particulièrement être d'une grande précision.

Après une longue concertation avec les tunisiens, nous avons convenu d'opter pour un système local nouveau qui serait le plus proche possible en même temps des deux systèmes nationaux.

Ce choix a été motivé par ailleurs par l'absence d'une nouvelle géodésie dans cette zone. L'extension du réseau de premier ordre algérien ainsi que le réseau d'ordre complémentaire, entamés depuis 1974 par l'INC, n'atteignait pas encore cette région. Il en était de même pour le réseau tunisien. De ce fait, il a été décidé de procéder à la réalisation d'une nouvelle géodésie locale.

Grâce aux récepteurs JMR dont disposait déjà l'INC, et qui permettaient le positionnement par satellite (effet DOPPLER, système TRANSIT), onze points de base ont été déterminés avec un intervalle d'environ 80 km. L'observation s'est faite par la méthode dite de translocation avec une durée d'une semaine pour chaque point. Des orientations astronomiques (azimut de Laplace) ont été faites sur chacun de ces points.

Les calculs se sont faits sur l'ellipsoïde WGS 72, puis convertis sur CLARKE 1880 sur chacun des systèmes algérien et tunisien. Les décalages ont été obtenus sur la base de points déjà connus dans les deux systèmes algérien et tunisien et qui ont été eux-mêmes redéterminés par cette méthode. La moyenne des décalages obtenus par rapport à ces deux

systèmes, a ainsi donné les coordonnées locales de tout le réseau de base.

Par la suite, une polygonale de précision appuyée sur ces points Doppler, et composée en tout de 87 points, a permis de densifier le réseau jusqu'à obtenir un point tous les 5 à 8 km en moyenne tout le long de la frontière. Une compensation globale par la méthode des moindres carrés, a été opérée pour l'ensemble de cette polygonale, ce qui a permis d'obtenir une précision homogène pour tous les points.

Toutes ces bornes ont été matérialisées sur le terrain par des buses en béton d'un mètre de hauteur. Leur solidité et stabilité sont indispensables pour pouvoir servir de points d'appui précis à tous les travaux géodésiques futurs (déterminations, implantations ou autres).

b/ Prise de vues aériennes:

Une couverture aérienne à axe vertical a été effectuée à l'échelle 1/35.000 le long de la frontière, suivant trois bandes parallèles, de manière à couvrir une largeur totale de 19 km.

La prise de vues a été réalisée à l'aide de l'avion de l'INC, le FOKKER F27, doté du système de navigation INS, avec une focale de 152 mm.

c/ Travaux d'équipement photos:

Les travaux de stéréopréparation ont été effectués juste après la géodésie, par les équipes techniques mixtes. Les points de calage déterminés ont été rattachés au réseau géodésique décrit ci-dessus. La méthode utilisée a consisté à équiper, sur le terrain, un couple sur trois, en vue d'une aérotriangulation. Cette dernière qui a permis d'équiper la totalité des couples, a été réalisée entièrement à l'INC, grâce au logiciel SCHUT sur stéréorestituteur analytique. La méthode de compensation utilisée est celle dite "*compensation polynomiale par bandes*".

d/ Restitution photogrammétrique et cartographie:

Par exploitation de la prise de vues aériennes 1/35.000 citée ci-dessus, une restitution photogrammétrique a été exécutée à l'échelle 1/25.000 sur une bande de 3,5 km de part et d'autre de la limite frontalière.

Cette restitution a donné lieu à une cartographie spéciale à la même échelle, réalisée sur toute la bande frontalière. 55 feuilles au 1/25.000 ont été rédigées et imprimées en couleurs selon les spécifications cartographiques d'usage, à savoir: découpage géographique, système de représentation UTM, légende officielle commune adoptée par les deux institutions, format des feuilles 10' 00" x 7' 30" etc.

Les cartes rédigées ont également fait l'objet d'un complètement topographique sur le terrain avant l'impression définitive, leur donnant ainsi un caractère de cartes régulières, fiables et mises à jour.

Les travaux de photogrammétrie et de cartographie, ont été partagés entre les deux organismes cartographiques des deux pays, à raison de 50% chacun.

e/ Détermination des points à border:

Parallèlement aux travaux de photogrammétrie et de cartographie, le Groupe Technique Mixte, après avoir procédé à une reconnaissance commune des signes matériels définissant le passage de la frontière, et exploité à fond tous les instruments annexés à la convention, a arrêté d'une manière définitive la position des points devant être bornés sur le terrain.

Cette définition des points a été faite de différentes manières, selon la nature du terrain et des points proprement dits. Chaque point a fait l'objet d'une *fiche d'instruction de bornage* contenant tous les éléments techniques permettant aux techniciens de procéder à son implantation précise sur le terrain. On distingue les types d'instruction suivantes :

- Par les coordonnées des points
- Par tracé sur des agrandissements de photographies aériennes (1/5000 ou 1/10000) ou d'orthophotoplans, également à grande échelle.
- Par description littéraire très précise.
- Par application technique d'un tracé sur carte topographique.

f/ Travaux de bornage:

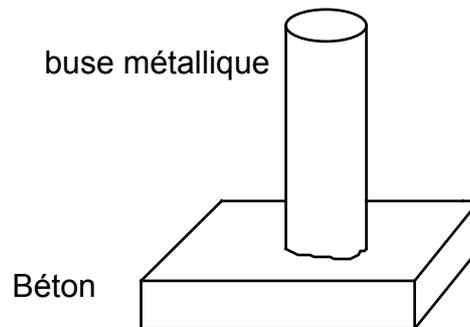
Les travaux de bornage sur le terrain ont été effectués par des équipes techniques mixtes, dotées d'équipements classiques de géodésie et de moyens de construction.

La méthode utilisée pour l'implantation est celle de la géodésie classique: rayonnement, cheminement. Des mesures de contrôle ont été opérées d'une manière systématique pour chaque point implanté (contrôle de gisement sur d'autres points d'appui, ou détermination supplémentaire). Les travaux d'implantation et de détermination ont été faits à partir de points géodésiques du réseau cité plus haut.

Grâce à l'homogénéité de ce réseau sur tout le long de la limite frontalière, et au soin apporté à la détermination des points, on peut estimer que la précision caractérisant les coordonnées de toutes les bornes construites, est sensiblement la même quelque soit la zone où l'on se trouve sur cette frontière.

Caractéristiques des bornes:

Les bornes-frontières ont été construites selon un modèle unique tout le long de la limite. Seule la hauteur ou le diamètre change, selon que l'on se trouve en terrain plat et facile, en montagne ou dans le désert.



Les bornes sont constituées de buses métalliques remplies de béton armé dont une partie est enfouie dans le sol. Le diamètre des tubes varie entre 20, 30 ou 40 centimètres; quant à la hauteur, elle est de 1,50m pour les points en montagne d'accès difficile, 3m pour les points en plaines ou 4m pour les points situés dans le Sahara.

Toutes les bornes sont peintes avec de la laque blanche et portent l'inscription, de chaque côté, écrite avec de la peinture noire:

le nom du pays en caractères arabes ainsi que le numéro du point.

Telles que conçues, les bornes sont facilement identifiables sur le terrain, et peuvent être vues de loin, permettant aux usagers de reconnaître aisément le passage de la limite frontalière.

g/ Dossier technique:

Après la construction des bornes sur le terrain, le Groupe Technique Mixte a élaboré le dossier technique suivant:

Tracé de la frontière:

Le tracé de la frontière a été reporté sur un double jeu des nouvelles cartes rédigées à l'échelle 1/25.000 (un jeu par pays), puis reproduit et imprimé en couleur rouge sur les cartes officielles, dont cinq exemplaires ont été signés conjointement par les deux parties.

Toutes les cartes ainsi dressées, comportent le tracé de la frontière avec l'emplacement des bornes, indiqué par un symbole spécifique.

Descriptif de la frontière:

C'est un document littéraire comprenant 35 pages, qui décrit avec une précision maximum, le cheminement de la limite frontalière. La description fait référence aux signes matériels se trouvant le long du tracé, et qui sont reproduits fidèlement sur la cartographie au 1/25000 (lignes de crête, cours d'eau, chemins, sommets de montagnes, koudiate, limites de culture, points côtés, etc...). Les bornes sont systématiquement citées, de manière à pouvoir suivre le tracé frontalier dans l'ordre.

En raison de son importance, ce document a été rédigé avec une extrême attention.

Listing des coordonnées:

Deux listings de coordonnées ont été établis et annexés au dossier:

* Listing général des coordonnées des bornes et points-frontière,

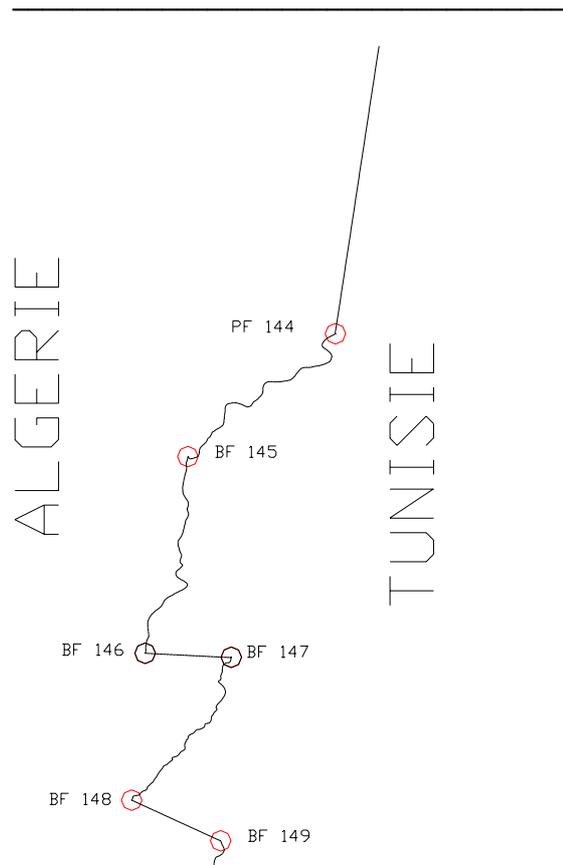
* Listing général des coordonnées des bornes géodésiques.

Ces deux listings comportent les coordonnées rectangulaires exprimées dans la projection UTM fuseau 32, et les coordonnées géographiques.

Fiches signalétiques:

Les fiches signalétiques sont des documents à deux volets comportant tous les renseignements relatifs aux bornes construites tels que : numéro, toponyme, description, coordonnées, croquis de situation, croquis en élévation, extrait de carte 1/25000, extrait de photo aérienne, photos panoramiques en couleurs.

L'ensemble des éléments constitutifs de ce dossier ont été établis sous la forme de doubles originaux signés par les deux parties•



Extrait du tracé frontalier - Région de Tébessa