

00035

0003

MISSION D'AMENAGEMENT DU SENEGAL

RAPPORT

SUR LES PROBLEMES GEOGRAPHIQUES DE LA
MISSION D'AMENAGEMENT DU SENEGAL

Par CAHIERE

Ingénieur géographe

AVRIL 1955

ARCHIVES DE LA M.A.S - DIFFUSION INTERIEURE

BULLETIN N°35

CLASSEMENT

00035

N° 240134 IGN/2/Nvt

22 Avril 1955

R A P P O R T

de l'Ingénieur en Chef Géographe CAHIERRE

sur les problèmes géographiques
de la Mission d'Aménagement du Sénégal

II - LES PROBLEMES GEOGRAPHIQUES DE LA M.A.S.

La Mission d'Aménagement du Sénégal (M.A.S.), qui a pris en 1937 la suite de la Mission d'Etudes du Fleuve Sénégal (M.E.F.S.) est chargée d'étudier et d'exécuter les travaux nécessaires au développement de la production agricole dans la vallée du fleuve. La crue annuelle inonde les terres sur une superficie variable suivant son importance, et le sol est mis en culture au fur et à mesure du retrait des eaux. Certaines années la surface cultivable est ainsi trop faible pour subvenir aux besoins des populations. On cherche donc à régulariser la crue, c'est à dire à inonder tous les ans la plus grande surface possible et à synchroniser le retrait des eaux avec les possibilités de mise en culture par les populations. A cet effet, on envisage la construction de plusieurs barrages étagés le long de la vallée, aux environs de Dagana, Cascas, Kaedi et Matam. L'intérêt de ce système de barrages est qu'ils forment des ouvrages indépendants, techniquement et financièrement, de sorte qu'on peut en réaliser la construction au fur et à mesure des possibilités. Ces barrages doivent permettre l'extension des cultures traditionnelles et particulièrement de celle du mil.

Ultérieurement, on envisage un barrage-réservoir à Bakel, à l'amont de la région désignée généralement sous le nom de "la Vallée", et peut-être un autre à Gouina, plus encore en amont.

Le premier barrage à construire est celui de Dagana, situé le plus en aval, dans la région où "la Vallée" devient "le Delta".

Un autre problème se pose pour l'aménagement du Delta, dans lequel on voudrait implanter des cultures rentables, en particulier celles du riz et du coton. Jusqu'à présent, la mise en culture a été empêchée par la présence de sel dans les terrains du Delta et on cherche les moyens de procéder au dessalement de ceux-ci. A cet effet, on compte beaucoup sur la possibilité d'augmenter la réserve d'eau douce constituée par le lac de Guiers. Il est prévu de surélever de 2 m le niveau du plan d'eau de celui-ci ; l'eau serait introduite par la Taouey (affluent du Sénégal et émissaire du lac), au moment de la crue du Sénégal. Un système de barrage à vannes permettrait ensuite d'évacuer l'eau du lac dans des canaux d'irrigation au fur et à mesure des besoins.

La culture du riz a déjà fait l'objet d'essais, puis d'une réalisation pratique dans le casier rizicole de Richard - Toll, situé au sud du fleuve à l'entrée du Delta, dans une région où le terrain est très plat et où la nature du sol est particulièrement propice. Le casier de Richard-Toll est arrosé par de l'eau puisée dans la Taouey par une station de pompage située à peu de distance de son confluent avec le Sénégal. L'eau est envoyée dans un canal principal qui se ramifie en canaux plus petits. On envisage actuellement une extension du casier, la culture dans la partie aménagée ayant un rendement intéressant.

Voilà les principaux problèmes qui conduisent la M.A.S. à exécuter des travaux topographiques et cartographiques en vue de l'établissement de documents qui permettent l'étude des solutions les meilleures. La caractéristique principale du terrain, à savoir l'absence à peu près complète de relief dans la région intéressante, donne une importance primordiale aux questions de nivellement, étant donné que ces problèmes sont en grande partie des problèmes d'écoulement des eaux.

o
o o

Des travaux topographiques et cartographiques ont été déjà exécutés précédemment, tant par la M.E.F.S. que par la M.A.S., il s'agissait à chaque fois de travaux tout à fait locaux effectués dans un but particulier et comportant une grande part d'opérations de nivellement. Le seul document d'ensemble a été la carte au 1/20.000 de la Vallée, dite carte Rouu, du nom du colonel Rouu qui dirigeait alors la M.E.F.S. puis la M.A.S. (1935 - 1939). Cette carte a pu servir de documents de reconnaissance mais elle n'a pas d'autre valeur. L'altimétrie a été déterminée au moyen de profils de nivellement dont les uns longent la Vallée tandis que d'autres la traversent, et les courbes de niveau ont été ensuite dessinées au bureau sur le vu de ces profils. Il n'y a donc aucune précision.

(Une reproduction d'une coupure de cette carte a été envoyée à l'I.G.N. au mois de Février, et classée à la Cartothèque).

Il n'est donc pas possible d'utiliser la carte Rouu pour l'étude des travaux actuellement entrepris ou envisagés. C'est pourquoi la M.A.S. a créé, il y a environ deux ans, une section topographique chargée d'effectuer tous les travaux nécessaires

et en particulier d'établir un document d'ensemble.

Le Chef de la section topographique, ingénieur géomètre, dispose de jeunes géomètres qui font preuve d'un excellent esprit d'équipe et travaillent sérieusement.

II - LA CARTE AU I/50.000 DE LA M.A.S.

La Section topographique de la M.A.S. a entrepris l'exécution d'une carte au I/50.000 du Delta et de la Vallée du Sénégal.

Cette carte est fondée sur un canevas de points astronomiques (points SG.AOF et points MAS, établis par M. Cancalon) distants d'une trentaine de kilomètres. Ce canevas est utilisé pour l'exécution d'une triangulation par fentes radiales au moyen de la couverture photographique effectuée au I/50.000 par l'escadrille de l'I.G.N. La TPR de la 1ère partie (région du Delta) a été faite avec l'aide du SG.AOF.

La planimétrie est obtenue par restitution des photos aériennes. Cette restitution est effectuée par la méthode utilisée au SG.AOF pour l'établissement de la carte au I/20.000 : restitution au pantographe sur épreuves bromure entre 4 points voisins de la TPR, les épreuves ayant été préalablement maquillées. En plus des détails de la planimétrie et de l'hydrographie, on indique les lignes de crête, tracées sous le stéréoscope.

Sur l'édition provisoire, c'est là le seul renseignement sur le relief. L'édition définitive portera des points cotés et des courbes de niveau.

Les opérations cartographiques sont les suivantes, à partir de la minute restituée sur zinc habillé :

- on calque sur 4 feuilles d'astrofil l'image du noir, l'image du bleu et l'image du bistre et l'image du vert trait ; on colle les écritures composées en type et photographiées sur film.

- on fait un zinc par copie combinée de ces 4 astrofils.

- on tire de ce zinc une épreuve en bleu sur calque, pour établir un modèle de teintes.

- on fait 2 zincs de trames :

l'un qui sera tiré en bleu et porte 3 trames : eaux perma-

nentes, eaux semi-permanentes, zones inondables, marais,

l'autre qui sera tiré en vert et qu'on établit sur le zinc de vert trait (qui limite les forêts classées) ; il porte 5 trames : steppe, brousse arbustive, savane nue, savane boisée, forêt ; la trame savane boisée est obtenue par superposition des trames savane nue et steppe.

Ces zincs de trame sont établis à l'imprimerie par décalques de trames (copie de trames photographiées sur film).

- on fait disparaître les faux-traités par grattage sur les astrafouils qui ont servi de contours aux trames.

- on fait une copie sur zinc de chaque astrafouil.

- on fait ensuite un essai complet à la presse à contre-épreu

- on tire un offset.

Les opérations lithographiques sont effectuées à l'imprimerie du Service des Mines à Dakar.

La coupure est la même que celle de la carte au 1/50.000 au SG.AOF mais comme la machine offset du Service des Mines n'a pas un format suffisant, chaque coupure est tirée en deux morceaux.

L'épreuve d'essai complet de la moitié sud de la 1ère feuille établie, celle de St-Louis, a été livrée le 8 Avril par l'imprimeur ; celle de la moitié nord n'était pas prête, ayant été retardée par des incidents de copie. L'épreuve se présente convenablement dans l'ensemble ; on peut faire quelques critiques de détail

- le noir est tiré un peu fort,
- les trames sont un peu irrégulièrement encrées,
- la trame de marais est un peu pâle.

Cette réalisation cartographique n'est pas mauvaise, si on considère surtout qu'elle a été entièrement montée par une équipe qui ne connaissait rien à la question il y a quelques mois, équipe qui ne comprend que des géomètres et des dessinateurs, mais pas de cartographe spécialisé.

Il a d'ailleurs été décidé par la suite de modifier certaines trames, pour rendre plus visibles en particulier les zones

inondables qui n'apparaissent pas suffisamment.

o
o o

Au point de vue topographique, cette carte n'aura pas, tant s'en faut, la valeur d'un 1/50.000 régulier. Tout d'abord, la précision d'un canevas astronomique est faible pour une telle échelle ; puis la méthode de restitution, qui peut donner des résultats suffisamment approchés à une échelle beaucoup plus petite, laisse subsister des erreurs qui se traduiront dans la position planimétrique des points par des différences graphiques de plusieurs millimètres.

La section topographique de la M.A.S. estime que ce n'est pas là un inconvénient rédhibitoire ; si elle opère au 1/50.000, ce n'est pas qu'elle ait besoin de la précision permise par cette échelle, mais c'est simplement pour avoir une surface de papier plus grande afin de pouvoir reporter plus de détails, même s'ils ne sont pas tout à fait en place. J'ai fait remarquer qu'il était dommage de faire un tel travail qui ne pourrait servir qu'à un objet très particulier ; c'est le rôle de l'I.G.N. de considérer l'intérêt de l'ensemble des utilisateurs éventuels.

J'ai indiqué qu'il serait bien préférable de faire soit une restitution planimétrique véritable dans un appareil, soit un photoplan au moyen de photographies redressées, la région étant très plate. La section topographique serait toute disposée à acquérir un Wild 18, elle a déjà entrepris des pourparlers à cet effet, mais elle estime être très prise par les délais. Peut-être l'I.G.N. pourrait-il lui venir en aide en attendant qu'elle ait pu monter son atelier de photogrammétrie.

La section topographique envisage d'ailleurs de rédiger une petite partie de la carte au 1/20.000 d'après les agrandissements photographiques des photos de la couverture aérienne au 1/50.000 et en suivant la même méthode. La restitution sera toutefois appuyée sur une triangulation locale établie dans la région du barrage de Dagana ; on en parlera plus loin.

III - LES TRAVAUX DE NIVELLEMENT

La carte au 1/50.000 dont l'établissement a été entrepris par la M.A.S. doit être complétée le plus tôt possible par l'indication du nivellement dans la zone de la retenue du barrage de Dagana.

Pour l'exécution des opérations de nivellement sur le terrain, la M.A.S. s'est adressée à 3 entrepreneurs, avec lesquels elle est en train de passer des marchés :

- La Société Générale de Topographie, Photogrammétrie et d'Etudes de Génie Civil (SOGETEC) - directeur : M. HBIO, pour une partie de la région comprise entre les méridiens 14°30 et 15°50 et les parallèles 16°20 et 17°.

- M. GEOFROY, géomètre à Rufisque, pour le reste de la même région.

- La Société d'Etudes de Béton Armé (SEBA) dans la région du lac de Guiers.

Les clauses techniques des trois marchés sont sensiblement les mêmes ; elles prévoient :

- L'exécution d'un nivellement principal, constitué par des mailles dont les côtés, longs d'une dizaine de km, sont orientés sensiblement Nord-Sud et Est-Ouest. Un des côtés de la maille est constitué par le nivellement général de l'A.O.F. sur lequel les opérations prennent appui. Ce nivellement principal doit être exécuté au niveau.

- L'exécution d'un nivellement secondaire, appuyé sur le nivellement principal et constitué par des lignes orientées sensiblement Est-Ouest.

- L'exécution de croquis portant l'emplacement des points nivelés.

Pour les nivellements principaux, la tolérance fixée au marché est de $2 \text{ km} \sqrt{n}$, n étant le nombre des nivelées, pour l'erreur maximum à craindre. En admettant que la longueur des nivelées est de 100 m (et en pratique elle est généralement plus grande) cela correspond à une erreur

kilométrique maximum d'environ 6 mm; soit une erreur probable de 2 mm, c'est à dire l'erreur limite du nivellement de haute précision. Cette tolérance est donc serrée.

Pour les nivellements secondaires, la tolérance est beaucoup plus large ; pour les deux premiers marchés, sur un itinéraire joignant deux points du quadrillage principal et long de K kilomètres, l'erreur maximum ne doit pas dépasser $0,10 \text{ m} + 0,08 \sqrt{K}$, ce qui pour une longueur moyenne de 10 km, donne $0,10 \text{ m} + 0,08 \sqrt{10}$ soit sensiblement 0,35 m. Pour le troisième marché, cette tolérance est ramenée à $0,05 + 0,05 \sqrt{K}$, ce qui pour 10 km fait environ 0,21 m.

Les nivellements secondaires doivent en outre comprendre des points jetés à droite et à gauche de l'itinéraire.

Les points remarquables et tous les repères de nivellement doivent être piqués sur un jeu d'épreuves de la couverture aérienne de l'I.G.N.

En outre, les croquis à présenter doivent porter l'emplacement des points nivelés déterminé par des opérations au sol.

Les méthodes opératoires appliquées par les trois entreprises présentent des différences sensibles.

1°) SOGETEC :

L'équipe de la SOGETEC comprend six jeunes géomètres, dont 5 sont sortis il y a quelques années de l'École Supérieure des Géomètres et Topographes, où je les ai eus comme élèves. La plupart sont sortis dans un très bon rang; ce sont des garçons sérieux et dynamiques qui ont pris leur tâche à coeur.

Ils effectuent les opérations du nivellement principal avec un niveau Wild N2 et des mires en bois pliantes portant une seule graduation en centimètres. Ces instruments paraissent insuffisants pour tenir les tolérances imposées ; de fait l'erreur de fermeture de la première maille achevée est légèrement supérieure à cette tolérance.

Les opérations du nivellement secondaire sont faites à la planchette et à la règle à écolimètre puissante. Il faut au préalable reprendre les nivellements principaux avec les mêmes instruments pour la mise en place planimétrique des points nivelés.

- 9 -

Les tolérances des nivellements secondaires sont tenues.

2°) GEOFFROY

M. GEOFFROY a envoyé sur le terrain une équipe de deux jeunes opérateurs, que je ne connaissais pas à l'avance, et qui m'ont fait une bonne impression.

Les opérations du nivellement principal sont effectuées avec un niveau Wild N3 et des mires en invar, comme celles de la Section du Nivellement de Précision de l'I.G.N. On n'a pu me fournir de renseignements sur les résultats obtenus jusqu'à présent, les carnets étant envoyés au siège de l'entreprise à Rafisque au fur et à mesure de leur achèvement pour y être dépouillés et calculés.

Les nivellements secondaires sont effectués au tachéomètre Sanguet et les itinéraires des nivellements principaux sont repris avec le même appareil pour la mise en place planimétrique des points nivelés.

3°) SEBA

Le travail de la SEBA est un peu plus particulier. Il est exécuté dans une région moins plate, le pourtour du lac de Guiers, où le sol se relève assez rapidement de quelques mètres à partir de la limite du plan d'eau en période d'hivernage. Il a pour objet de permettre d'étudier dans quelles conditions une surélévation de 2 m de la hauteur maximum du plan d'eau inonderait le terrain avoisinant.

Le nivellement est exécuté avec un niveau Wild N 2 et les autres opérations avec un tachéomètre. Les résultats sont reportés sur une mappe au 1/5.000, sur laquelle on interpole ensuite les courbes de niveau entre les points cotés, en se servant des croquis établis sur le terrain.

o
o o

La section topographique de la M.A.S. utilisera par la suite les éléments fournis par les trois entrepreneurs pour établir l'altimétrie des cartes au 1/50.000 et éventuellement des cartes au 1/20.000 qu'elle a l'intention de faire dans quelques régions particulières : zone du barrage de Dagana, lac de Guiers .

Ces éléments seront donc reportés sur les restitutions planimétriques établies ainsi qu'il a été expliqué. Il y aura donc lieu de faire une compensation entre les résultats provenant des photographies et ceux des travaux de terrain ; ces derniers seront ajustés sur les premiers.

Cette manière générale de conduire les opérations paraît bien compliquée ; il semble qu'elle ait été adoptée par suite d'une insuffisance de confiance dans les données fournies par les photos aériennes, et des réticences marquées par certains à avoir recours à la photogrammétrie qui leur paraît encore être une nouveauté. Le Chef de la section topographique de la M.A.S. n'a pas osé imposer des méthodes que d'autres jugeaient trop hardies, et actuellement, les entrepreneurs constatent que l'ampleur du travail au sol ne leur permet de faire aucun bénéfice ; l'un estime même qu'il perd de l'argent.

Tout le monde est donc d'accord pour simplifier la méthode et je crois qu'on peut le faire aisément en utilisant au maximum les renseignements fournis par les photographies aériennes. On peut par exemple définir, par examen au stéréoscope, les itinéraires à suivre et piquer les points, faciles à identifier sur le terrain (il y en a des quantités), dont on déterminera la cote. Ceci supprimera tout le travail de détermination planimétrique des points nivelés (planchette et tachéomètre). On n'aura pas à reprendre les nivellements principaux avec un instrument autre que le niveau. Quant aux nivellements secondaires, on pourra les effectuer au niveau (N 2 par exemple) avec un cheminement simple, la faible longueur de chaque ligne rendant inutile l'emploi d'une méthode alourdie par la nécessité de ménager de nombreux contrôles.

Les croquis se borneraient alors à un simple dessin à main levée indiquant la position du point nivelé par rapport aux détails de la planimétrie qui l'avoisinent immédiatement (comme les croquis de reconnaissance établis par les opérateurs de la Section du Nivellement de Précision).

Il m'a bien été spécifié que les crues successives du fleuve ne modifiaient pas la planimétrie de la Vallée. Quelques dépôts de limon au pied des arbustes sont pratiquement, avec quelques arrachages, les seules altérations apportées d'une année à l'autre, et elles n'influencent pas sur les possibilités d'identification des points.

IV - LE BARRAGE DE DAGANA

Le barrage-digue qui doit former la première retenue d'eau dans la Vallée sera construit en un emplacement qui n'est pas encore définitivement choisi entre Richard-Toll et Dagana. Le plan d'eau doit être à la cote 5 m dans le système du zéro de St-Louis (qui est situé à 0,45 m au-dessous du zéro du Nivellement Général de l'A.O.F.). La pente de la Vallée étant très faible, la retenue d'eau s'étendra sur plus de 150 km. Le problème est justement de savoir où se trouvera l'extrémité de cette retenue ; il est d'autant plus difficile à résoudre qu'une erreur dans le nivellement peut déplacer assez loin la courbe terminale.

Si on examine comment est constitué le profil en travers de la Vallée, on trouve, de chaque côté du fleuve, un bourrelet de rive, appelé fondé, puis un terrain plat (oualo) puis le bord de la Vallée (diéri), dont la pente peut atteindre environ 10 %.

Le oualo, qui constitue presque tout le fond de la Vallée, peut être assimilé en gros à un plan sur lequel on trouverait un micro-relief de quelques décimètres. Il n'y a pas lieu de tenir compte de ce micro-relief dans la recherche de la courbe terminale, et géométriquement, le problème se réduit pratiquement à celui de savoir quel déplacement en longueur correspond à une différence de cote donnée.

D'après les travaux de nivellement effectués par les brigades de l'I.G.N. dans la Vallée, la pente générale du terrain est d'environ 2,5 m pour 100 km. Des courbes de niveau à l'équidistance de 0,50 m, telles que la M.A.S. a envisagé de les tracer, seraient donc espacées d'environ 20 km ; et une erreur de 0,10 m en altimétrie entraînerait une différence planimétrique de 4 km (abstraction faite bien entendu, du micro-relief).

L'influence d'une erreur dans l'altimétrie sur la détermination de la surface de la retenue intervient surtout par cette différence planimétrique, car, sur les bords, la pente du diéri étant beaucoup plus forte, une différence altimétrique entraîne un déplacement beaucoup moindre de la courbe de niveau (par exemple 1 m pour 0,1 m) ; c'est

presque négligeable, 1 m sur 150 km faisant une surface de 0,15 km². La Vallée ayant une vingtaine de kilomètres de large, 0,1 m correspond à une différence de surface de $4 \times 20 = 80 \text{ km}^2$; si la retenue a 150 km de long, il faut ajouter deux fois 0,15 km², ce qui ne change guère le résultat.

Il s'agit de savoir si la carte au 1/50.000 qu'on est en train d'établir assurera une précision suffisante pour permettre un calcul raisonnable des surfaces.

En ce qui concerne l'altimétrie, il faut remarquer qu'il ne s'agit pas d'avoir des différences précises d'altitude entre des points rapprochés, mais d'avoir une notion générale de l'altitude d'une région de quelques kilomètres de long. Etant donné que cette altimétrie se rattache au réseau du Nivellement Général, qui est excellent, au moyen de mailles pour le nivellement desquelles la tolérance est très serrée, on peut compter avoir facilement une précision bien meilleure que le décimètre envisagé ci-dessus.

Quant à la planimétrie, il n'est pas du tout certain que la méthode d'établissement de la carte permette de placer avec une précision suffisante les points dont on connaîtra l'altitude. On peut prévoir plusieurs centaines de mètres d'erreur planimétrique. Faisons par exemple le calcul pour une erreur éventuelle de 500 m, ce qui doit constituer un maximum. A cette différence planimétrique correspond sur la carte une différence graphique de 1 cm et dans les altitudes une différence de 12,5 mm. Cette différence est supérieure à la différence d'altitude décelable par des opérations de nivellement. On ne profitera pas, à cause de l'erreur planimétrique, de toutes les possibilités offertes par les résultats des nivellements.

Néanmoins, si on compare le chiffre de 80 km², obtenu plus haut, à la surface totale de la retenue, soit environ 3.000 km², le rapport fait à peine 3 %. En prenant une marge de sécurité, on peut voir qu'il ne paraît pas difficile d'obtenir les 10 % envisagés dans l'évaluation des surfaces.

Il convient toutefois de ne pas se laisser influencer par cette considération optimiste et il faut chercher le maximum de précision dans toutes les opérations, sans quoi on risquerait de sortir de la marge de sécurité : c'est relativement facile dans les opérations de nivellement, mais il semble qu'il ne faille pas se permettre aucune fantaisie

V - LA TRIANGULATION LOCALE DE LA ZONE DU BARRAGE

On a indiqué plus haut qu'une carte au 1/20.000 serait établie dans la région d'implantation du barrage-digue. En principe elle sera faite par la même méthode que la carte au 1/50.000, au moyen d'agrandissements des épreuves de la couverture photographique. Il s'agit simplement d'avoir plus de place sur la feuille pour reporter les détails.

Elle s'appuie sur une triangulation locale qui s'étend sur une surface d'environ 20 x 10 km.

Cette triangulation a pour point fondamental la station astronomique de Dagana ; elle a été orientée au moyen d'une opération sur la Polaire. Elle comprend 20 sommets distants de 5 à 6 km et les longueurs sont déduites d'une base de 1.300 m environ, mesurée à la mire Wild en invar par portées de 45 m, aller et retour. On a trouvé 6 cm d'écart entre la mesure aller et la mesure retour.

Les angles ont été mesurés au théodolite Wild T 2 avec 12 ou 14 séries.

La moitié des stations ont été faites au sol (sur des dunes) ; les 10 autres ont été faites sur des signaux constitués chacun par un tronc de palmier ronier enfoncé verticalement dans le sol et coupé ras, qui servait de support d'instrument. Une plateforme montée sur un véhicule automobile Dodge 4/4 était installée autour du tronc de ronier pour servir de support à l'opérateur ; il suffisait d'approcher la voiture dans la bonne position.

Les stations au sol étaient matérialisées par des balises pour les visées.

Un cheminement de contrôle chaîné a été effectué entre deux sommets.

L'ensemble de la triangulation a été calculé dans le plan, en assimilant la surface terrestre à un plan tangent étant donné la faiblesse de l'étendue de la zone triangulée.

VI - LE CASIER RIZICOLE DE RICHARD-FOLL

Le casier rizicole de Richard-Foll a une superficie de 6.000 ha dont une partie seulement a déjà été mise en culture, le reste étant en cours d'aménagement. Il est divisé en parcelles de 5 à 600 mètres de long et d'une centaine de mètres de large, dans lesquelles on cultive le riz sous une couche d'eau d'une épaisseur minimum de 12 cm. Le sol de chaque parcelle doit donc être horizontal. Chaque parcelle est bordée d'un côté par un canal avec une diguette, de l'autre par un drain.

L'implantation d'une parcelle est déterminée d'après le relief du terrain, la longueur étant orientée dans le sens de la courbe de niveau. Le planage consiste ensuite à enlever de la terre dans la partie la plus haute pour la transporter dans la partie la plus basse. Il est donc nécessaire d'avoir une notion de la direction approximative des courbes de niveau dans un terrain extrêmement peu accidenté, car on élimine les zones dans lesquelles la présence d'un relief un peu moins faible entraînerait l'exécution de travaux de terrassement trop considérables.

Une première série de plans a donc été faite avant la création de la Section Topographique de la M.A.S., les uns par les géomètres de la M.A.S. à l'échelle de 1/50.000, les autres par M. GEOFFROY, géomètre à Rufisque, à l'échelle du 1/2.500. Ces derniers plans ont ensuite été réduits au 1/5.000 pour les raccorder avec les autres.

Pour l'établissement de ces plans, on a implanté sur le sol un réseau régulier de bornes situées aux sommets de carrés de 500 m de côté, carrés dans lesquels on a nivelé des points situés aux sommets de carrés de 50 m. D'après les cotes de ces points, on a interpolé des courbes de niveau de 10 en 10 cm, sur le vu desquelles on a déterminé les zones à négliger et celles où l'on pouvait implanter des parcelles. Un plan au 1/1.000 a été dressé par la suite avec des points cotés de 20 en 20 m, qui sert à déterminer l'implantation définitive, les tracés des drains et des rigoles, et à calculer la cote de planage.

Actuellement on étudie une extension du casier rizico et la question se pose de savoir s'il est utile de faire d'abord un plan au 1/5.000 puis un plan au 1/1.000. Dans l'établissement de ces plans, est-il avantageux de faire un quadrillage rigoureux du terrain comme cela a été pratiqué récemment ? la densité des points cotés peut-elle être réduite sans inconvénients ?

Remarquons tout d'abord que les travaux de planage sont payés à l'entrepreneur d'après le volume du terrassement effectué. La cubature des terres a donc une grosse importance économique, et c'est pratiquement pour la déterminer avec le maximum de précision qu'on fait tout un gros travail fondé sur la connaissance des points cotés de 20 en 20 m et reportés sur un plan au 1/1.000. L'équilibrage des remblais et des déblais doit être réalisé et les engins utilisés assurant en principe une tolérance de ± 5 cm autour de la cote de planage.

Une parcelle nouvellement planée présente une surface assez correctement unie, mais une fois qu'elle a été cultivée, on fait brûler les chaumes après la récolte, on laboure, ce qui donne des mottes de terre avec un relief de 30 à 40 cm, puis on casse les mottes avec un autre instrument aratoire avant de couvrir d'eau, mais il subsiste des différences de beaucoup plus de ± 5 cm de part et d'autre de la cote moyenne.

Il semble qu'il ne soit donc pas indispensable de chercher une grande précision dans ces opérations ; actuellement la précision est surtout cherchée en vue du règlement financier. Ce qui importe surtout, c'est que le plan moyen de la parcelle soit horizontal, pour que la couche d'eau n'ait pas systématiquement une différence d'épaisseur entre les deux extrémités.

Ce résultat doit pouvoir être obtenu plus simplement dans le marché que la M.A.S. passe actuellement avec M. GEOFFROY pour les études de terrain en vue de l'extension du casier, on a abandonné le système du quadrillage régulier à mailles de 500 m, dont l'établissement était très onéreux.

On fait exécuter :

- 1°) un nivellement géométrique principal à mailles formant approximativement des carrés de 3 km de côté,
- 2°) des nivellements secondaires avec un minimum de 1 point par $\frac{1}{4}$ ha,
- 3°) des croquis au 1/5.000 indiquant la figuration du terrain.

Le principe est donc en gros le même que celui des autres marchés de nivellement et on pique les points sur les photos de l'I.G.N.

On peut faire la même remarque que pour les autres marchés de nivellement, à savoir qu'on simplifierait le travail en utilisant mieux les renseignements donnés par les photographies et en adoptant une méthode analogue à celle qui a été préconisée à ce sujet.

Le résultat sera un plan avec un semis de points cotés distants au maximum de 200 m. Cette densité paraît suffisante pour déterminer la direction générale des courbes de niveau - dans un terrain, il faut bien le remarquer, qui ne présente pas d'irrégularités apparentes de relief, puisque dans le cas contraire il aurait été éliminé - et en déduire un avant-projet d'implantation des parcelles.

Il y aura lieu ensuite de lever les profils en long des canaux et des drains ; c'est une opération classique de nivellement de précision.

Le plan à très grande échelle n'intervient alors que pour le calcul de la cote moyenne et de la cubature des terres. Il est difficile d'indiquer à priori la densité de points cotés nécessaire pour mener à bien ces opérations. Le chiffre actuel de 20 m semble avoir été adopté à l'estime. Il conduit, pour chaque parcelle, à l'établissement d'un dossier considérable. On pourrait faire des essais de simplification des calculs en reprenant les calculs pour quelques parcelles avec des densités de points systématiquement réduites, par exemple en sautant un point sur deux, ou encore en prenant deux points seulement dans la largeur, etc. On verrait ainsi avec quelle approximation on déterminerait la cubature des terres, en comparant avec les

résultats obtenus par la méthode actuelle, qui est évidemment beaucoup plus rigoureuse au point de vue mathématique. Si la différence n'était pas forte, on pourrait être amené à en tenir compte en prévoyant dans le marché une marge de sécurité. Et si cette marge de sécurité était inférieure au prix de l'établissement du dossier de calcul, il serait avantageux d'adopter la méthode simplifiée.

VII - Le DELTA

L'aménagement du Delta pose des problèmes géographiques dans lesquels les questions de nivellement ont également une importance primordiale.

Il est possible d'établir un réseau de nivellement dans le Delta, en nivelant la piste qui part de Rosso vers l'Ouest pour atteindre l'étang de Tombous, puis en suivant un itinéraire parallèle au rivage pour se raccorder à Saint-Louis. De ces traverses, qui doivent être nivelées en haute précision, il sera ensuite possible de partir par un certain nombre d'itinéraires dirigés en gros Nord-Ouest, Sud-Est, pour rattraper le 1er ordre qui suit la route St-Louis - Rosso. Ces itinéraires ne sont pas imposés à priori par le terrain, il faudra les déterminer par une reconnaissance qui peut être considérablement facilitée par l'étude des photos aériennes sous stéréoscope.

Je ne crois pas qu'il soit strictement indispensable de niveler une traverse le long du Sénégal. Comme la pente du fleuve est très faible, je pense qu'on en aura un profil suffisant en considérant les points où les itinéraires choisis le traverseront. Bien entendu, il faudra s'arranger pour rattacher les limnigraphes et échelles de crues qui peuvent exister. La considération de ces appareils pourra influencer sur le choix des itinéraires.

VIII - REMARQUES SUR LES REPERES DE NIVELLEMENT

On constate qu'un bon nombre de repères de nivellement posés au cours des dernières années ont disparu de leur emplacement. Ces disparitions sont dues à plusieurs causes. La principale est l'avidité des indigènes pour tous les objets en fer. Les bornes sont parfois cassées pour permettre le descellement du repère qui, enfilé dans un morceau de bois approprié, est utilisé, paraît-il, comme enclume portative. Les rivets sont également enlevés parfois, il est possible de les forger.

On en arrive à se demander s'il n'y aurait pas lieu de changer la substance dans laquelle sont fabriqués les repères. La M.A.S. a pensé à utiliser du verre, du genre des isolateurs des poteaux télégraphiques. Peut-être pourrait-on étudier une matière plastique spéciale ou adopter des pierres taillées. En tout cas le problème est grave, car, étant donné que les bornes de nivellement sont parfois distantes de 5 km entre les villages, il se trouve parfois des longueurs considérables de piste sur lesquelles il n'y a plus rien.

Une autre cause est l'ignorance des employés des entreprises qui effectuent des travaux de terrassement sur le terrain, même quand ces entreprises sont des services publics. Par exemple : au village de Ross, un repère était scellé sur une cabine téléphonique que le service des P.T.T. vient de faire démolir pour la reconstruire à côté. Le Chef de la Section topographique de la F.A.S. étant passé par hasard pendant l'exécution des travaux, est intervenu : on a laissé subsister un pan de mur, mais le repère a certainement été descellé puis rescellé n'importe comment à un emplacement voisin : il est orienté de telle manière que la pastille n'est pas à la partie supérieure.

Ces constatations posent d'une manière aiguë le problème de la conservation des repères des réseaux de nivellement d'outre-mer. Ces réseaux sont d'ailleurs extrêmement appréciés des utilisateurs et il importe d'étudier des mesures qui permettent de donner satisfaction à ceux-ci dans toutes les circonstances.

IX - CONCLUSIONS

Les problèmes géographiques qui se posent actuellement à la M.A.S. sont donc assez variés, mais certains d'entre eux réclament une solution très urgente. C'est pourquoi la M.A.S. a tenu le plus grand compte de considération de la rapidité, quitte à sacrifier les autres, et en particulier l'orthodoxie des méthodes.

La M.A.S. veut couvrir le plus tôt possible l'ensemble de la Vallée du Sénégal d'une carte au 1/50.000. Après le premier essai qui vient d'être fait, et les tâtonnements inhérents à toute fabrication nouvelle, elle va établir et éditer les feuilles suivantes. C'est là un travail qui va durer plusieurs années.

Peut-être serait-il possible à l'I.G.N. de lui apporter son concours pour une partie des travaux, ce qui permettrait d'avoir une carte de qualité meilleure. A cet effet, le Chef de la M.A.S. m'a demandé que l'I.G.N. établisse un devis du travail de restitution planimétrique d'une part, d'établissement d'un photoplan, d'autre part, avec des délais, en admettant que les opérations s'appliquent à tout l'ensemble de la Vallée.

Par ailleurs, il demande qu'on envisage pour la prochaine campagne, l'exécution d'un nivellement dans la région du Delta, dans les conditions qui ont été indiquées ci-dessus. Une demande régulière doit parvenir incessamment à l'I.G.N. à ce sujet.

En ce qui concerne les autres problèmes, les conclusions ont été suffisamment indiquées dans les chapitres consacrés à chacun d'eux pour qu'il ne soit pas indispensable de le reprendre ici.

L'Ingénieur en Chef Géographe,
Chef de la Section du
Nivellement de Précision.