

Colloque
d'
ABIDJAN
DAKAR

la recherche
scientifique et technique
et
le développement
économique et social
des pays
africains

7-13 Février 1959

Document de Travail A/08

2ème Commission

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET L'ELABORATION DES

RESSOURCES ENERGETIQUES ET MINIERES

LA GEOPHYSIQUE

Par Monsieur Jean GOGUEL

Ingénieur en Chef des Mines

Directeur du Service de la Carte Géologique

de la France

Chef de la Section de Géophysique à

l'O.R.S.T.O.M.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° 32070

Cote B 5 ex 1

RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET ELABORATION DES RESSOURCES ENERGITIQUES

ET MINIERES

La géophysique ou physique du globe groupe l'étude d'une série de phénomènes assez indépendants les uns des autres, mais dont le caractère commun est la nécessité d'une étude à la fois dans le temps et dans l'espace, soit que l'étude fondamentale de la nature même du phénomène soit achevée, et que les recherches aient pour objet de préciser la constitution du globe, soit que cette nature fondamentale ne puisse progresser qu'indirectement, à la faveur de liaisons que l'étude de la répartition met en évidence avec d'autres phénomènes.

Dans l'organisation de recherches, on a été conduit à distraire du domaine qui relevait primitivement de la géophysique un certain nombre de disciplines, simplement parce que leur application imposait une organisation particulière des recherches ; citons la géodésie, ou étude géométrique de la terre, liée aux levés de cartes, la météorologie, à laquelle les exigences de la sécurité de la navigation aérienne, ont imposé l'exploitation instantanée des observations effectuées en un assez grand nombre de points, l'océanographie physique dont les méthodes d'études sont nécessairement particulières, l'étude de l'ionosphère, prise en main par les responsables des communications radio, etc...

L'organisation géophysique reste finalement responsable essentiellement de la gravimétrie, de la séismologie, du magnétisme, (ou pour être plus complet, de l'étude des phénomènes magnéto-électriques) mais ce programme est susceptible de s'élargir à chaque instant, s'il devient nécessaire d'aborder l'étude de la répartition des phénomènes nouveaux, tels que les rayons

cosmiques par exemple ; notre organisation géophysique doit être conçue de manière à pouvoir prendre en charge des recherches nouvelles, qu'il est encore impossible de préciser.

Pour chacune des branches dont la responsabilité nous incombe, les études présentent, dans une proportion variable, le double aspect, de la répartition dans l'espace et des variations dans le temps. On ne peut en effet observer partout en permanence, ce qui oblige à l'établissement d'observatoires fixes pour les variations dans le temps, à l'aide desquels on pourra corriger de l'influence de celles-ci les mesures faites sur le terrain. Pour la gravimétrie, les variations dans le temps sont très faibles, et à peu près connues. On essaie de les préciser encore (marées gravimétriques), mais la tâche essentielle est de préciser la répartition dans l'espace (cartes gravimétriques). Pour la séismologie, les vibrations qui affectent la terre ont une répartition erratique dans le temps, et il est nécessaire de les enregistrer dans des observatoires permanents. La synthèse se fait entre de tels observatoires, à une échelle mondiale ou régionale.

Le champ magnétique varie à la fois dans le temps et dans l'espace. Il nous faut donc à la fois des observatoires fixes, et des campagnes de mesures sur le terrain, dont les résultats sont d'ailleurs largement utilisées (valeurs de la déclinaison magnétique). Des recherches sont poursuivies actuellement sur certains aspects mal connus des phénomènes magnétiques, liés à des particularités de la haute atmosphère dont il est essentiel, en vue de diverses applications (transmissions radio, vols stratosphériques, météorologie) de préciser la nature et qui sont certainement variables selon les régions du globe. Elles présentent en particulier des aspects équatoriaux, dont l'étude est moins avancée que celle des aspects polaires.

Les recherches géophysiques deviennent donc très vite, aussitôt leurs principes dégagés, dans les centres de recherche fondamentale s'étendre Outre-Mer. Elles ont constitué l'un des objectifs des grandes explorations, ou simplement des voyageurs savants. Mais on a épuisé ce que l'on pouvait tirer des mesures faites en passant, et une connaissance précise des phénomènes exige un réseau d'observatoires répartis sur toute la surface du globe. Si, en Métropole, ceux qui sont rattachés aux Universités ont paru longtemps suffisants, il n'en allait pas de même Outre-Mer, où il a fallu créer ces observatoires de toutes pièces.

Organisation

L'organisation actuelle incombe, pour les Etats Associés, à l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Elle est fondée sur l'existence d'un certain nombre de centres qui servent à la fois d'observatoires fixes, de base pour les travaux de campagne, et doivent en même temps devenir des centres de recherche fondamentale. Ces centres sont ceux de M'BOUR (Etat du Sénégal), BANGUI (République Centrafricaine), TANANARIVE (République Malgache), (ou l'O.R.S.T.O.M. a repris la charge de l'observatoire créé par les Jésuites), NOUMEA (Nouvelles-Calédonie) et TAHITI. Dans les départements existent des observatoires analogues, rattachés à l'Institut de Physique du Globe de l'Université de PARIS: MARTINIQUE, GUADELOUPE, COLOMB-BECHARD, CHAMBON-LA-FORET.

Aux KERGUELEN, un observatoire est exploité par les TERRES-AUSTRALES.

L'organisation de ces centres a fait suite à une période où l'étude de la géophysique ne pouvait être entreprise que dans le cadre de missions.

temporaires, telles que celles qui ont travaillé ces dernières années au GROENLAND et en TERRE-ADELIE. Il est apparu à l'O.R.S.T.O.M., et aux responsables de la géophysique, qu'il était indispensable de créer Outre-Mer des centres permanents.

De l'expérience acquise, je voudrais souligner certaines conclusions: il y a grand intérêt à réaliser des centres suffisamment importants, comportant plusieurs chercheurs et un nombre suffisant d'assistants, parce que les services communs sont ainsi mieux utilisés, et que le rendement obtenu est bien meilleur, que s'il existait un plus grand nombre de centres insuffisamment étoffés. C'est en particulier nécessaire pour qu'existe le climat psychologique favorable à la recherche, qui est difficile pour un chercheur qui se sent **trop isolé**. Le centre de M'BOUR paraît répondre à ces exigences mais nos autres centres ont besoin d'être renforcés pour parvenir au même rendement. Ces centres doivent donc être consacrés simultanément à toutes les disciplines géophysiques et, comme il n'est matériellement pas possible d'en créer un beaucoup plus grand nombre, ils doivent avoir une compétence territoriale assez vaste.

Soulignons que c'est là une différence avec la France Métropolitaine, où des observatoires spécialisés (magnétisme, séismologie) peuvent parfaitement fonctionner parce qu'ils disposent à proximité des moyens nécessaires (ateliers, garages, etc...), et ne sont en réalité que des annexes des centres universitaires.

Les centres d' Outre-Mer doivent constituer, en même temps que des observatoires et des bases, des centres de recherches, se consacrant plus spécialement à des aspects fondamentaux des phénomènes géophysiques propres aux régions où ils sont situés. Citons par exemple les recherches poursuivies

à M'BOUR, sur le magnétisme des latérites, qui ne peut être évidemment être étudié en France, et dont la connaissance est nécessaire pour permettre certaines prospections minières. L'expérience montre qu'il est très difficile de poursuivre de telles recherches fondamentales dans un centre trop réduit.

L'emplacement d'un tel centre doit être choisi pour permettre les différentes sortes d'observations, ce qui n'est pas toujours facile, et impose de le mettre à une certaine distance des centres urbains, et des perturbations qu'ils apportent aux phénomènes naturels. Malgré cela, on peut prévoir qu'ils seront appelés à collaborer au travail universitaire.

Un centre ainsi compris peut parfaitement comporter des observatoires annexes, desservis par un assistant, qui peut parfois n'y consacrer qu'une partie de son temps. Les chercheurs du centre auront à installer, régler et contrôler les instruments, et assureront l'interprétation définitive des enregistrements. Le centre de M'BOUR assure ainsi le fonctionnement d'un observatoire annexe à LOME, celui de NOUMEA va prochainement en installer un à PORT-VILLA (Nouvelles-Hébrides) et la Station de TAHITI, créée pour l'Année Géophysique sera probablement maintenue au même titre, comme annexe de NOUMEA.

En résumé, l'expérience a montré quelle devait être la dimension des centres autonomes, auxquels peuvent être rattachées des annexes.

Ces centres doivent constituer des bases de départ pour les mesures en campagne, qui ne se feront en général que pendant une partie de l'année. Le rythme de travail propre aux différentes disciplines étant assez différent, on sera amené à séparer les missions gravimétriques et magnétiques en pays de parcours facile (comme c'est le cas en France), mais il y a intérêt à les conjuguer, lorsque l'accès et le parcours posent des problèmes logistiques

(régions sahariennes).

L'un des aspects les plus difficiles de l'organisation du travail géophysique est de définir d'abord le nombre des centres et des observatoires à établir, puis, pour les mesures en campagne, la densité des mesures à réaliser, car nous sommes limités par les disponibilités en hommes et en crédits, dont il s'agit de faire le meilleur usage, tant au sein de la géophysique, que dans la répartition à assurer entre la géophysique et les autres méthodes d'études.

Les observatoires sont pratiquement des parties d'un réseau mondial, dont le travail est étroitement coordonné et qui seul permet l'étude globale des phénomènes, dont nous percevons localement les effets. La géophysique constitue en effet l'une des disciplines qui exigent la collaboration internationale la plus étroite, et il est absolument nécessaire que nous tenions notre place dans cette collaboration. De ce point de vue, on peut considérer que notre participation au réseau mondial représente un minimum acceptable, mais pour que ceci soit vrai, il est très désirable que le centre de TAHITI soit maintenu. Mais on est encore évidemment très loin de la densité en observatoires, soit des pays d'ancienne culture, comme l'Europe Occidentale, soit de ceux où certains phénomènes géophysiques prennent un aspect aigu, comme les séismes au JAPON ou en CALIFORNIE. Du point de vue du réseau sismique, un observatoire comme M'BOUR, a essentiellement pour rôle de combler une lacune dans le réseau mondial pour l'étude des séismes lointains ; c'est ainsi qu'il apporte des précisions pour les séismes du milieu de l'Atlantique, mal étudiés par les autres observatoires.

Mais l'intérêt des observatoires doit également être apprécié par rapport à certains phénomènes régionaux ; par exemple l'observatoire de NOUMEA apporte de très importantes précisions sur les séismes des NOUVELLES-HEBRIDES,

dont la valeur sera grandement augmentée par l'annexe de PORT-VILLA, et comme le risque sismique constitué pour les populations des NOUVELLES-HEBRIDES une menace très sérieuse, il est très important de préciser sa localisation par des études statistiques.

D'une manière analogue l'observatoire sismique de BANGUI est appelé à contribuer à l'étude des séismes des fossés des grands lacs africains. De même, dans le domaine magnétique, BANGUI a un rôle tout spécial à jouer dans l'étude des phénomènes liés à l'équateur.

Mais, de toutes façons, si le réseau des observatoires apparaît comme insuffisamment dense pour l'étude de tel ou tel phénomène, il faudrait plutôt envisager l'organisation de stations annexes, que celle de centres indépendants ; c'est ce qui est envisagé pour PORT-VILLA et TAHITI.

C'est dans l'organisation de campagnes de levés destinés à préciser la répartition dans l'espace, qu'apparaît le plus le contraste entre l'immensité de la surface à étudier et les moyens limités dont nous disposons. Le centre de M'BOUR a entrepris un levé gravimétrique et magnétique dans l'ensemble de l'Afrique Occidentale, qui aboutit aujourd'hui à un levé aux trois-quarts complet, mais évidemment de densité assez faible. Le centre de BANGUI n'a encore réalisé qu'un levé magnétique de la République Centrafricaine, de la partie méridionale de la République du Tchad.

L'étude de ces levés et la comparaison avec ceux qui ont été exécutés en France Métropolitaine, va nous permettre d'examiner dans quelle mesure ces levés répondent au but que nous poursuivons, et comment doit être envisagée la suite du travail. En gros, on peut admettre que les stations tant gravimétriques que magnétiques, d'Afrique Occidentale,

sont environ 10 fois plus éloignées les unes des autres (c'est à dire 100 fois moins denses en surface) que celles de la France Métropolitaine.

L'un des buts de ces levés est de contribuer à la connaissance du phénomène correspondant à l'échelle mondiale. On peut affirmer que ce but est effectivement atteint par les levés africains déjà exécutés. Mais ceux-ci devront être étendus aux surfaces non encore étudiées.

Mais un autre but des levés géophysiques est de contribuer à la connaissance particulière de la structure locale, et ceci exige une densité de station suffisamment élevée. Pour la France Métropolitaine, la carte gravimétrique a été entreprise directement avec une densité de stations qui devait permettre l'étude détaillée des structures géologiques : en vingt ans, les trois-quarts environ de la surface ont été levés ; sur de très petites surfaces, des levés plus serrés ont été effectués dans un but de prospection. La carte magnétique, déjà ancienne, comporte des stations beaucoup plus espacées, et fait très insuffisamment ressortir les relations qui peuvent exister entre la structure géologique et le champ magnétique. Les travaux de prospection portent en général sur de très petits détails, et ne se raccordent pas à la carte d'ensemble.

Pour l'Afrique, si la poursuite et l'achèvement de la carte à large maille, constituent incontestablement la tâche de première urgence, nous devons déjà penser à la phase suivante. Je pense qu'elle devra comporter des mesures suffisamment serrées pour apporter un complément valable aux connaissances géologiques. Ce que devra être la densité en stations pour que ce résultat soit atteint est difficile à préciser a priori, et c'est l'expérience, ainsi que la comparaison avec des régions déjà levées en détail, qui nous l'apprendra. Mais il faudra savoir résister à la tentation de vouloir

couvrir des régions trop vastes pour les moyens disponibles, ne permettant qu'un levé insuffisamment serré.

Quelques soient les moyens mis en oeuvre, il s'écoulera longtemps avant que la totalité du territoire soit couverte dans ces conditions, et il faudra se fixer un ordre d'urgence, en choisissant les régions où les stations seront resserrées. Ce choix peut se faire de deux façons : tantôt c'est le premier levé, à faible densité, qui suffira à indiquer les régions anormales et dont l'étude mérite d'être entreprise. La carte magnétique de la République Centrafricaine a ainsi montré, au Nord de l'OUBANGUI, une zone qui mérite certainement d'être étudiée plus en détail. Tantôt, c'est la préoccupation de contribuer à la solution de certains problèmes géologiques qui amènera à resserrer les stations. C'est ainsi que, dans la région du coude du NIGER (GAO), la carte gravimétrique a été particulièrement resserrée pour préciser le tracé de failles délimitant des zones où les terrains susceptibles d'être aquifères peuvent avoir une grande épaisseur. De tels problèmes géologiques peuvent exiger des levés à des densités très variables de station, jusqu'à certains problèmes miniers qui doivent être abordés par des mesures très resserrées (en NOUVELLE-CALIFORNIE pour l'étude gravimétrique de gisements de chrome, l'O.R.S.T.O.M. est allé jusqu'à une distance de 10 mètres entre stations).

En région forestière, une limitation de la densité en stations est fournie par le réseau de pistes accessibles aux autos. Le rendement en mesures diminuerait tellement, si l'on voulait resserrer plus les stations, qu'il y a certainement intérêt à attendre pour le faire que se posent des problèmes bien définis.

Sur de tels problèmes, et en particulier pour l'étude des gîtes miné-

raux, aux méthodes générales de la physique du globe, qui s'appliquent à l'ensemble des territoires, viennent s'ajouter des procédés particuliers de prospection dans lesquels on étudie non plus un phénomène naturel, mais un phénomène provoqué (envoi de courant électrique, explosions séismiques) ; les géophysiciens qui ont les moyens d'appliquer ces techniques doivent être à la disposition des Services Publics pour contribuer aux recherches entreprises par ceux-ci, bien que des entreprises particulières soient également qualifiées pour le faire.

La tâche qui nous incombe, en resserrant les cartes géophysiques de reconnaissance en premier lieu dans les régions où l'existence d'anomalies a été mise en évidence, et là où il est particulièrement nécessaire de préciser la structure géologique, est une tâche immense. Pour nous rendre compte de l'intérêt qu'elle présente, nous pouvons envisager la question sous un angle différent, et nous demander comment il est rationnel de répartir les moyens dont on dispose entre les différentes méthodes d'investigation géologiques et géophysiques, qui sont appelées à se compléter mutuellement. Il est impossible d'indiquer a priori quelle est la proportion dans la répartition des dépenses qui réalise l'optimum des informations recueillies, mais il est certain que la part à consacrer à la géophysique doit aller en augmentant au fur et à mesure que les recherches se poursuivent, et qu'un levé géophysique suffisamment dense est un complément de grande valeur à un levé géologique de demi-détail. A la phase de l'exploration préliminaires, la géologie se suffit à elle-même, et une reconnaissance géophysique à très grande maille serait difficile à interpréter. Lorsque les levés géologiques ont atteint le degré de détail de la France Métropolitaine ; la géophysique n'est guère intéressante que pour élucider les structures cachées. Mais, dans le

stade intermédiaire, un levé géophysique suffisamment détaillé apporte une série d'informations qui permettent d'orienter les explorations géologiques et augmente beaucoup leur rendement. Tel est par exemple le stade atteint par le CANADA, dont on sait la richesse minière, et qui a tiré un grand profit de levés géophysiques détaillés, en particulier magnétiques (réalisés d'ailleurs grâce aux possibilités du magnétomètre aéroporté, dont le rôle en Afrique devra être défini dans le cadre de la prospection géologique).

Si, comme il faut l'espérer, les moyens à consacrer à l'étude géologique et à la prospection minière doivent continuer à s'accroître, une part raisonnable de ces moyens devra être consacrée aux études géophysiques, et réparties dans une proportion à déterminer entre des prospections de détail, des levés systématiques aéroportés, et la poursuite du resserrement des cartes géophysiques d'ensemble, dont le levé a été entrepris par les géophysiciens de l'O.R.S.T.O.M.

La tâche des prochaines années doit être, d'abord, le renforcement de certains centres, encore insuffisants (BANGUI, TANANARIVE), et, selon les besoins, la création de stations annexes, dont certaines pourraient être temporaires. Mais il faut également reprendre complètement, en fonction de la valeur économique des informations qu'on peut en attendre, la fixation des programmes de levé géophysique systématique, auxquels il serait peut-être rationnel de consacrer des moyens beaucoup plus importants qu'on ne l'a fait jusqu'ici.