

M É M O I R E

*Sur le Nivellement général de la France,
et les moyens de l'exécuter.*

Par P. S. G I R A R D, Ingénieur en chef des Ponts et
Chaussées, Membre de l'Institut d'Egypte.

Si la surface de la terre était engendrée par la révolution d'une courbe autour de son axe, il suffirait, pour déterminer les positions respectives des divers points qui y sont placés, de mesurer leurs distances aux deux intersections de cette surface par les plans de son équateur, et de l'un quelconque de ses méridiens.

Ainsi, les géographes ayant regardé la terre comme parfaitement sphérique, ont déterminé la position d'un lieu quelconque par la rencontre de deux coordonnées, dont l'une est l'arc du méridien compris entre ce lieu et l'équateur, et l'autre un arc de cercle parallèle à l'équateur, compris entre le lieu dont il s'agit, et l'un des méridiens supposé fixe.

Ces deux coordonnées se coupant à angles droits sur la surface terrestre, l'on voit que le procédé des géographes, pour déterminer la position d'un lieu quelconque de la terre, est le même que celui par lequel on détermine ordinairement la position d'un point sur un plan.

Mais ce procédé, qui remplirait complètement l'objet des géographes, si le sphéroïde terrestre était régulier, cesse d'être rigoureux

lorsqu'on veut avoir égard aux irrégularités et aux protubérances dont la surface de ce sphéroïde est couverte.

La position d'un lieu quelconque dépend, en effet, dans cette hypothèse, d'une troisième coordonnée que l'on peut supposer perpendiculaire aux deux autres à leur point d'intersection.

Cette troisième coordonnée doit donc être prise sur la verticale du lieu dont on veut déterminer la position, et comptée depuis ce lieu jusqu'à sa rencontre, avec une surface de révolution engendrée autour de l'axe terrestre par une courbe connue.

Or, on sait que si notre globe était enveloppé d'une couche fluide, la surface de cette couche, en faisant abstraction de toute autre force que de la pesanteur terrestre, serait celle d'un solide de révolution, dont la surface moyenne des mers, dans leur état actuel, représente une partie : il paraît donc convenable de choisir pour la troisième coordonnée dont il s'agit, la portion de la verticale d'un lieu quelconque, comprise entre ce lieu et la surface moyenne des mers que l'on supposerait pénétrer le globe et s'étendre sous les continens.

Nous disons que ce choix paraît convenable, parce qu'en effet on pourrait déterminer la position d'un point de la surface terrestre en adoptant tout autre système de coordonnées, en rapportant, par exemple, la position de ce point à trois plans rectangulaires entre eux ; mais outre l'avantage d'une beaucoup plus grande simplicité dans l'expression des coor-

données circulaires, elles offrent encore celui d'être déjà généralement adoptées ; car les cartes géographiques dressées jusqu'à présent, peuvent être considérées comme la projection des continens et des îles sur la surface moyenne des mers, de sorte qu'il ne reste pour compléter la géographie, qu'à ajouter à la latitude et à la longitude de tous les points de la terre, la hauteur verticale dont ils sont élevés au-dessus de la surface moyenne de l'Océan.

L'objet de ce Mémoire est d'indiquer les moyens de déterminer cette hauteur verticale, en faisant particulièrement au territoire français l'application de ces moyens.

Il est évident d'abord que toutes les opérations nécessaires à cette détermination, se réduisent à une série de nivellemens faits dans des directions déterminées.

La nature elle-même a indiqué ces directions par les lignes de *plus grande pente* que tracent sur la surface terrestre les grands fleuves et leurs affluens.

Ainsi la France se trouvant divisée en cinq bassins principaux, par le *Rhin*, la *Seine*, la *Loire*, la *Gironde* et le *Rhône*, le nivellement du cours de ces fleuves, depuis leur source, ou depuis leur entrée en France jusqu'à leur embouchure, formera la première base du travail que nous proposons d'entreprendre.

Après avoir posé cette première base de l'opération générale, on procédera de la même manière au nivellement du lit des affluens par lesquels les grands fleuves sont entretenus, et ces affluens seront eux-mêmes considérés, abstrac-

tion faite des rivières du troisième ordre qui les alimentent.

On fera en même-tems le nivellement des fleuves secondaires qui se jettent dans les deux mers, tels que l'*Escaut*, la *Somme*, l'*Orne*, la *Vilaine*, la *Charente*, l'*Adour*, l'*Hérault*, etc.

Les pentes des bassins du second ordre étant connues, on déterminera successivement celles des rivières du troisième ordre, du quatrième, du cinquième, etc. suivant l'indication qui en sera donnée dans une instruction spéciale.

En classant ainsi les opérations relatives au nivellement général de la France, et en ordonnant leurs résultats à mesure qu'ils seront obtenus, on aura bientôt rassemblé les données nécessaires pour tracer le relief de son territoire sur une carte géographique déjà dressée.

On effectuera ce tracé en joignant par une même ligne tous les points qui auront été trouvés de niveau.

Ces lignes de niveau pourront être supposées élevées verticalement les unes au-dessus des autres, d'une quantité déterminée que l'on fixera d'après l'échelle de la carte sur laquelle elles seront tracées.

Il est évident que ces lignes représenteraient le contour des côtes de la mer, si l'on supposait que son niveau moyen vint à s'élever successivement aux mêmes hauteurs qu'elles indiqueraient.

C'est d'après cette idée que M. Dupain Triel a dressé une carte physique, citée par M. Lacroix, Membre de l'Institut national, dans son

Introduction à la Géographie de Pinkerton (1). Carte qui, faute des matériaux nécessaires à sa construction, ne présente que l'ébauche d'un travail, dont l'étendue exige une réunion de moyens, qui ne peut se trouver à la disposition d'un simple particulier.

Nous venons d'indiquer l'ordre à suivre dans son exécution; nous allons rechercher maintenant comment on pourra y parvenir.

On partagera d'abord le bassin de chacun des grands fleuves en un certain nombre de portions, et chaque portion sera nivelée par des observateurs qui opéreront simultanément.

Ces observateurs rattacheront leurs opérations sur des repères communs placés aux deux

(1) On trouve dans cet ouvrage de M. Lacroix, excellent juge en cette matière, l'exposé des principaux avantages que l'on obtiendrait par l'exécution du nivellement général qui fait l'objet de ce Mémoire. Voici comment il s'exprime à ce sujet :

« Si l'on traçait sur les cartes les lignes de niveau, outre » l'avantage de donner prise aux méthodes de la *géométrie* » *des plans et des surfaces*, (*géométrie descriptive*) pour » résoudre sur la succession, et l'intersection des pentes et des » plateaux, et sur la rencontre des bassins, des problèmes » très-intéressans dans la construction des chemins et des » canaux, elles offriraient le moyen de recueillir et de » mettre à l'usage de tout le monde, une foule de nivellements, et d'observations faites par les Ingénieurs militaires et civils sur la hauteur des montagnes, et dont les résultats vont s'ensevelir dans les cartons des Administrations. Enfin, le parti qu'on en pourrait tirer, exciterait alors les voyageurs et les savans, résidans dans les grandes villes, à multiplier les observations barométriques qui donnent les hauteurs respectives des lieux où elles sont faites ». (*Introduction à la Géographie de Pinkerton*, page 153.)

extrémités des portions du bassin dont ils seront respectivement chargés, et comme le nivellement des bassins secondaires devra se lier par la suite à celui du fleuve principal, il sera nécessaire de placer d'avance des repères à l'embouchure de chacun de ses affluens.

Le nivellement sera fait sur les rives du fleuve, sans avoir égard à la surface de l'eau. Si l'on jugeait utile de déterminer la pente de cette surface, il serait aisé de la rapporter, par quelques nivellemens simultanés, à des repères connus placés de distance en distance.

Lorsque les différens observateurs auront terminé leurs opérations respectives, les résultats en seront assemblés pour former le nivellement complet de l'un des bassins. On obtiendra de la même manière le nivellement de tous les autres.

Enfin on formera de ces nivellemens partiels un système général, en liant entre eux les différens bassins par des opérations dirigées de l'un dans l'autre, suivant les lignes qui présenteront le plus de facilités.

Il ne reste plus qu'à savoir à quels agens le Gouvernement confiera l'exécution du nivellement général de la France, pour remplir en même-tems les conditions de l'exactitude, de la célérité, et de l'économie dans l'opération.

Or, les ingénieurs des ponts et chaussées, déjà placés dans les différens Départemens où cette opération devra être exécutée, sont évidemment les seuls qui puissent en être chargés pour que ces trois conditions soient remplies.

En effet, la rédaction de tous les projets relatifs à l'établissement des communications par terre ou par eau, exigeant que l'on connaisse

préalablement le relief du terrain sur lequel les travaux doivent être entrepris, la théorie et la pratique du nivellement forment une partie essentielle de l'instruction donnée aux ingénieurs des ponts et chaussées, et l'on peut d'autant plus compter sur l'exactitude des résultats qu'ils fourniraient, que l'usage des instrumens propres à l'opération dont il s'agit leur est plus familier.

D'un autre côté, il n'est aucun de ces ingénieurs qui ne puisse consacrer quelques jours de l'été au nivellement d'une portion du fleuve ou de la rivière qui traverse son arrondissement, et comme il est facile d'exécuter quatre ou cinq kilomètres de nivellement par jour, sur-tout lorsque la ligne qui doit être nivelée est déterminée d'avance par la direction même d'un fleuve ou d'un courant d'eau, il est certain que les ingénieurs des ponts et chaussées pourraient rassembler en très-peu de tems les matériaux les plus détaillés d'une carte physique de la France (1).

Enfin ces matériaux seraient recueillis par eux avec la plus grande économie, puisque le Gouvernement n'aurait à supporter ni frais de déplacemens extraordinaires, ni achat d'instrumens, les ingénieurs se trouvant disséminés par la nature même de leurs fonctions actuelles, sur les différens points où ils devront opérer,

(1) Nous supposons ici que les Ingénieurs feront usage dans cette opération de *niveaux à lunettes*, au moyen desquels les stations successives pourront être distantes de 100 à 200 mètres. Si l'on était forcé d'employer de simples *niveaux d'eau*, l'opération dont il s'agit exigerait beaucoup plus de tems.

et munis d'avance des différens instrumens dont ils auront besoin.

On pourrait ajouter ici que le nivellement général de la France paraît d'autant plus rentrer dans les attributions des ingénieurs des ponts et chaussées, qu'ils doivent profiter les premiers des avantages de cette opération pour la rédaction de leurs projets.

Supposons donc que les ingénieurs des ponts et chaussées soient chargés de son exécution, et recherchons comment, après quelques années, on pourrait être suffisamment assuré de l'exactitude des résultats qu'ils auraient recueillis.

Prenons pour exemple le bassin de la Loire, dont le cours est très-étendu.

Les ingénieurs en chef des Départemens de la *Haute-Loire*, de la *Loire*, de *Saône-et-Loire*, de la *Nièvre*, du *Loiret*, du *Loir-et-Cher*, d'*Indre-et-Loire*, de *Mayenne-et-Loire* et de *Loire-Inférieure*, seront chargés de fournir, dans le courant d'une campagne, le nivellement de la partie du cours de la Loire qui traverse leurs Départemens respectifs.

Suivant la nouvelle organisation des ponts et chaussées, le service de ces neuf Départemens exigera le nombre de vingt-deux ingénieurs ordinaires dans l'arrondissement de chacun desquels se trouve une portion du travail à faire.

Le développement total de la Loire est d'environ 90 myriamètres, lesquels partagés entre vingt-deux observateurs, donnent pour chacun d'eux un peu plus de 40 kilomètres de nivellement à exécuter.

Ainsi l'on est fondé à croire, d'après l'expé-

rience, que les 22 ingénieurs employés sur le cours de ce fleuve, termineraient en moins d'une seule campagne le nivellement de son bassin. On peut affirmer la même chose des ingénieurs placés dans les Départemens traversés par le *Rhin*, la *Seine*, la *Gironde* et le *Rhône*. Il paraît donc hors de doute qu'à la fin de la première année, on aura déjà formé un premier cannevas de carte physique sur lequel les détails ultérieurs pourront être facilement rattachés.

Quelques soins qu'on apporte dans l'exécution d'un nivellement, sa vérification est toujours une opération utile. Celle du nivellement général de la France pourra être faite autant de fois et en telles circonstances qu'on le jugera nécessaire. Il suffira pour cela de charger les ingénieurs nouvellement placés, de répéter dans le Département où ils seront envoyés, les observations de leurs prédécesseurs, ce qui, outre l'avantage de confirmer ou de corriger les résultats déjà obtenus, fournira aux nouveaux ingénieurs une occasion de faire par eux-mêmes la reconnaissance du relief de leur arrondissement.

On peut au reste se convaincre de la facilité et de la promptitude avec lesquelles les ingénieurs des ponts et chaussées pourront exécuter ce travail, si l'on se rappelle qu'à l'époque où l'on ouvrit en France la majeure partie des grandes routes, et où l'on voulut établir un système général de communications intérieures, M. de Trudaine, secondé par M. Peronnet, fit lever le plan de toutes les routes principales, depuis leur origine jusqu'aux

frontières. On joignit au plan de la route, proprement dite, celui du territoire qui la borde à trois ou quatre cents toises de distance de chaque côté, travail qui exigeait évidemment beaucoup plus de tems qu'un simple nivellement sur une ligne déterminée, tel que celui que nous proposons, et cependant les ingénieurs ou élèves des ponts et chaussées, employés à lever ces plans itinéraires, en levaient cinq à six lieues de longueur chaque mois.

L'utilité généralement sentie de l'opération dont je viens de tracer l'esquisse, déterminera tôt ou tard quelque une des nations de l'Europe à l'entreprendre. La France, sur le territoire de laquelle on a exécuté, dans ces derniers tems, les plus belles opérations géodésiques qu'on ait jamais entreprises, et où l'on a pour la première fois établi sur une base invariable un système de mesure universelle, semble être appelée à donner encore, dans cette circonstance, le premier exemple d'un travail qui, en complétant la géographie physique, fournira de nouveaux faits à la géologie, et aux différentes parties de l'histoire naturelle qui en dépendent.

NOTICE MINÉRALOGIQUE

Sur la Pinite trouvée en France, par M. Cocq, Commissaire des poudres et salpêtres à Clermont-Ferrant, suivie de l'analyse de cette substance.

Par J. J. DRAPPIER, Répétiteur de chimie à l'École Polytechnique.

DESCRIPTION PAR M. COCQ (1).

Pinite (Werner). *La Pinite* (Brochant).

Gisement et Localités.

C'EST dans un porphyre gris, caverneux, à base de feld-spath, contenant des cristaux de quartz, et formant une portion de cette chaîne de montagnes primitives qui supportent les volcans du Département du Puy-de-Dôme, que j'ai trouvé les cristaux de pinite. Ils se séparent de la roche et laissent dans le porphyre une empreinte parfaitement lisse.

J'ai aussi trouvé auprès du village de Saint-

(1) Cette description est extraite de la Correspondance de M. Cocq avec le Conseil des Mines.