

BULLETIN DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série III. — Tome VIII. — Fascicules I à III

8^e ANNÉE. — JANVIER-DÉCEMBRE 1907



BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}, ÉDITEURS

PARIS

NANCY

5, RUE DES BEAUX-ARTS, 5

18, RUE DES GLACIS, 18

1907

L'USAGE DU BAROMÈTRE

POUR L'ÉTUDE DES

RÉGIONS FAIBLEMENT PLISSÉES

Par HENRY JOLY

Dans une note que nous avons présentée, M. Nicklès et moi, à l'Académie des sciences, le 11 mai 1907, sur la *Tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle*, nous avons donné les résultats de l'étude tectonique de notre région ; résultats mis en évidence sur la carte annexée à cette note.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que cette étude a eu pour origine les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle ; il s'agissait, d'après le principe exposé par M. Nicklès dans son intéressante brochure : *De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle*, de placer les sondages sur les points où les terrains secondaires sont le plus saillants, de manière à avoir l'épaisseur minimum de morts terrains pour arriver au houiller. Dans la même brochure, M. Nicklès indiqua une série de points géologiquement élevés et, par conséquent, favorables aux recherches.

Mais les contours des dômes et des cuvettes signalés demandaient à être tracés avec une plus grande précision, et c'est pour parvenir à ce but que j'ai songé à appliquer à la région lorraine la *méthode des courbes de niveau* qui consiste à traduire en courbes de niveau, sur une carte, le relief d'une surface géologique déterminée, la limite entre deux étages par exemple. Cette méthode n'est pas nouvelle, elle a été employée par M. Marcel Bertrand qui traça de 50 en 50 mètres les courbes de niveau de toute la France ;

par M. Rolland pour le toit de la formation ferrugineuse dans le bassin de Briey (feuilles de Metz et de Longwy); par M. Villain pour le mur de la couche grise dans le même bassin; par M. Gosselet pour le bassin houiller du Nord; enfin, par M. Van Verwecke pour le trias d'Alsace. Cependant, pour tracer les courbes de niveau du toit des argiles de Levallois dans notre région, il était nécessaire d'avoir les cotes d'affleurement de ces terrains dans le plus de points possible, et l'on ne pouvait songer à utiliser, comme pour le bassin de Briey et le bassin du Nord, les cotes données par les sondages, parce que la plupart de ces sondages n'étaient pas encore commencés et que ceux existants étaient trop éloignés les uns des autres : Éply, Atton, Pont-à-Mousson, Lesménils et Abaucourt.

Il fallait donc chercher un procédé permettant d'obtenir des cotes nombreuses et précises, la carte d'état-major n'étant pas utilisable à ce point de vue. On ne pouvait songer à faire du nivellement de précision, ce qui aurait demandé trop de temps; il ne restait plus qu'à utiliser le baromètre. Cet instrument, comme on sait, est destiné à mesurer la pression de l'air sur la surface du sol; cette pression est proportionnelle à la hauteur de la colonne d'air au-dessus du point considéré. Il en résulte que, si l'on s'élève, la hauteur de la colonne d'air existant au-dessus de l'observateur diminue, et le baromètre indique une pression moins forte. Or, en physique il est établi que, pour une colonne d'air moins forte de 280 mètres, le baromètre indique une pression, estimée en millimètres de mercure, de 25 millimètres en moins, mais seulement si l'on ne s'écarte pas trop de la pression que l'on a prise pour base et qui est celle de 760 millimètres de mercure (pression moyenne au niveau de la mer). Si, en effet, l'on s'éloigne seulement de la pression normale d'une centaine de millimètres de mercure, c'est-à-dire si l'on monte à une altitude d'environ 1 000 mètres, on constate que la différence de hauteur de mercure pour une même dénivellation de 280 mètres n'est plus que de 22 millimètres environ, ce qui s'explique par la moindre densité de l'air au fur et à mesure que la pression est moins forte, ce qui du reste a lieu aussi pour le mercure, mais dans une autre proportion.

Quoi qu'il en soit, la loi qui préside aux proportions existantes entre la hauteur de la colonne de mercure dans un baromètre, et la hauteur de la colonne d'air, lorsque l'on fait varier la colonne

d'air, a été établie rigoureusement et mathématiquement. Il en résulte que l'on peut établir sur les baromètres, en regard de la graduation en millimètres de mercure, une graduation en mètres, correspondant aux variations d'altitude.

Cependant, la pression atmosphérique est soumise à des variations continuelles, et il est nécessaire de tenir compte de ces variations lorsque l'on se sert du baromètre comme instrument de nivellement. Les corrections à faire sont assez délicates, et, comme l'usage du baromètre est destiné peut-être à devenir fréquent dans les études de tectonique, j'ai cru utile d'exposer en détail la méthode que j'ai suivie.

Le baromètre employé est un *baromètre anéroïde, holostérique, compensé, de la maison Naudet, à Paris*, qui a été fourni au laboratoire de géologie par M. Bellieni, opticien à Nancy. Le cadran porte deux graduations concentriques, l'intérieure correspond aux millimètres de mercure; les petites divisions de cette graduation indiquent de deux en deux les dixièmes de millimètre. La graduation extérieure donne la hauteur en décimètres, les divisions intermédiaires sont de 2 mètres en 2 mètres. Le zéro de la graduation en mètres correspond au 760 de la graduation en millimètres de mercure. Comme la pression diminue à mesure que l'on s'élève en altitude, les deux graduations croissent et décroissent en sens inverse l'une de l'autre. L'instrument est gradué de -300 mètres à $+1000$ mètres, il n'est utilisable que dans ces intervalles, car, si ces limites étaient dépassées, il pourrait être faussé.

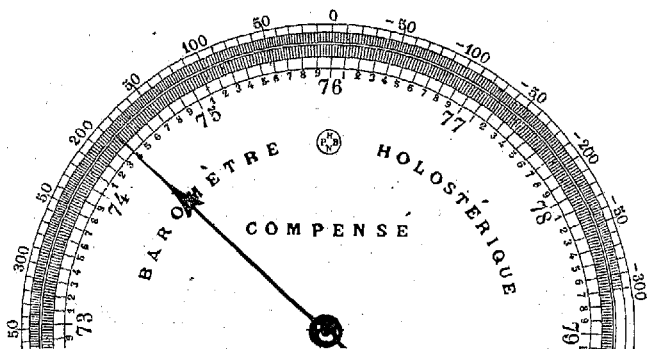


FIG. 1. — Portion de cadran du baromètre

Il est nécessaire que le baromètre soit réglé sur l'altitude du lieu, autrement, il pourrait s'introduire des erreurs dues à l'inégalité de distance qui, corollaire de la loi indiquée plus haut, existe entre les divisions métriques.

L'aiguille indicatrice est terminée par une partie effilée très fine, afin de supporter l'emploi de la loupe pour la lecture et l'estimation des quarts de division. On arrive ainsi à lire couramment, même sans l'aide de la loupe, le quart de division, ce qui correspond à 50 centimètres de dénivellation. La précision de la lecture est donc plus que suffisante, car elle donne une approximation bien plus grande que celle que l'on obtient après les corrections dues aux variations de pression. Cependant, la lecture est assez délicate, car il est nécessaire, lorsqu'on fait un cheminement sur le terrain dans le but de relever les cotes d'altitude de différents points, de prendre des précautions sans lesquelles on peut tomber dans de fortes erreurs :

1° La lecture de l'instrument doit toujours être faite de la même façon, c'est-à-dire que la position que l'on donne au baromètre au moment de la lecture doit toujours être identique ; les erreurs que l'on peut faire si l'on n'observe pas cette règle peuvent aller jusqu'à 10 mètres. *Il est nécessaire de donner au baromètre une position horizontale pour la lecture* : dans cette position, en effet, le poids des différentes pièces du mécanisme et de l'aiguille n'agit en rien sur la position de celle-ci.

D'autre part, quand on arrive en un point dont on veut prendre la cote, il faut laisser à l'appareil le temps de se mettre au point, c'est-à-dire de vaincre l'inertie du mécanisme, ce qui demande cinq à dix minutes, et l'on s'assure, avant de faire la lecture, que la position de l'aiguille est définitive, en donnant avec les doigts de petits coups secs sur le cadran ; si l'aiguille ne change plus de position, ou si ses oscillations se font également à droite et à gauche, la position de l'aiguille est définitive, l'instrument est au point, et l'on doit faire la lecture ;

2° Il faut avoir soin, en second lieu, d'éviter les changements trop brusques de température qui peuvent avoir une répercussion sur la dilatation des pièces du mécanisme ; c'est pour cette raison, du reste, que l'on enferme l'instrument dans un étui en cuir doublé de flanelle ;

3° Dans les cheminements, il faut éviter autant que possible les

changements de sens dans la marche, ascension, descente, car, à chacun de ces changements, le baromètre demande un temps plus long pour se mettre au point, surtout si les changements sont brusques, si après avoir monté une côte rapide par exemple, on descend ensuite dans un ravin.

A ces précautions relatives à l'instrument lui-même, s'ajoutent d'autres précautions non moins importantes et utiles surtout pour permettre de faire les corrections avec une plus grande approximation.

Pendant un cheminement, on ne doit jamais négliger de se rapporter à une cote connue : la cote d'une gare de chemin de fer, d'un passage à niveau, d'un pont, points où l'on rencontre presque toujours des indications précises de l'altitude ; il ne faut pas, du reste, se rapporter aux points cotés de la carte d'état-major qui sont difficiles à repérer et ne sont pas rapportés au même plan de base que les cotes des gares et des ponts.

Lorsqu'on ne peut se rapporter à des cotes connues, il faut employer le *cheminement par cycles fermés*, c'est-à-dire repasser après deux ou trois heures de marche à un point que l'on a déjà coté pour en prendre à nouveau la cote. Il est bien entendu cependant que l'on doit avoir, au départ, rapporté son instrument à une cote réelle et qu'on doit aussi le rapporter à une cote semblable à la fin de la tournée. Chaque fois, au cours de la tournée, que l'on s'arrête en un point plus d'un quart d'heure, il faut lire le baromètre à l'arrivée et au départ.

Enfin, chaque fois que l'on fait une lecture barométrique, il est utile de *noter l'heure à laquelle elle est faite*.

On réunit ainsi le plus grand nombre d'éléments possible pour établir les corrections. Pour les faire, on se sert des indications données par un baromètre enregistreur, mais à titre d'indication seulement, car si, le plus souvent, la pression dans les deux régions plus ou moins éloignées, celle où se trouve le baromètre enregistreur et celle où l'on a travaillé, a varié dans le même sens, elle n'a généralement pas varié de la même quantité.

On trace ensuite, en se servant des cotes exactes auxquelles on s'est rapporté et des indications données par les points de recoupement, la courbe des variations de la pression. On n'a plus, alors, pour déduire la cote réelle des points relevés, qu'à faire des soustractions ou des additions graphiques. Il est pour cela préférable

d'établir la courbe des variations de pression en portant les hauteurs en mètres plutôt qu'en millimètres de mercure; les longueurs sont comptées en heures et minutes.

Prenons, pour fixer les idées, un exemple de cheminement. Ce cheminement a été fait aux environs de Brin.

| DÉSIGNATION DES POINTS | | COTES réelles | COTES barométriques | HEURES |
|---------------------------|--|---------------|---------------------|-------------------|
| Point coté | n° 1. Gare de Brin | 202,86 | 126 | 6 ^h 40 |
| | 2. Argiles de Levallois, carrière au S. O. de Brin . . | » | 151 | 7 00 |
| | 3. — à 300 mètres plus loin | » | 143 | 7 10 |
| | 4. — sur la voie du chemin de fer | » | 139 | 7 30 |
| | 5. — dans les champs en face | » | 139 | 7 35 |
| | 6. — dans le chemin de Brin | » | 143 | 8 00 |
| | 7. — derrière le village de Brin | » | 149 | 8 10 |
| | 8. Petit pont | 198,84 | 122 | 8 30 |
| | 9. Argiles de Levallois, avant Bey | » | 141 | 9 00 |
| | 10. Pont de Bey | 199,45 | 124 | 9 15 |
| | 11. Argiles de Levallois, à Lanfroicourt | » | 145 | 10 00 |
| | 12. — au cimetière de Bey | » | 148 | 10 45 |
| | 13. Auberge, arrivée | » | 136 | 11 00 |
| | — départ | » | 238 | 12 00 |
| | 8. Petit pont | 198,84 | 122 | 1 45 |
| | 14. Argiles de Levallois, vers Bioncourt, n° 1 | » | 148 | 2 10 |
| 15. — — n° 2 | » | 154 | 2 20 | |
| 16. — — n° 3 | » | 159 | 2 40 | |
| 1. Gare de Brin | 202,86 | 125 | 3 10 | |

Ce cheminement est un grand cycle fermé où l'on s'est recoupé plusieurs fois; ainsi le point n° 8 a été coté deux fois à cinq heures d'intervalle : le tronçon compris entre les deux cotes de ce point forme un cycle fermé, les autres tronçons aussi forment par le même fait des cycles fermés. Enfin, on a eu, outre la cote du point de départ et celle du point d'arrivée, gare de Brin, deux autres points à cote réelle connue par un repère Bourdaloue : point n° 8 et point n° 10.

Construction de la courbe des variations barométriques dues aux différences de la pression atmosphérique

On s'est rapporté pour connaître le sens des variations au baromètre enregistreur de M. Bellieni, à Nancy. La courbe enregistrée par le baromètre présentait un minimum vers midi.

Pour faire la correction, nous portons en abscisses les heures et minutes et en ordonnées les cotes relevées barométriquement aux points dont on connaît la cote réelle, en prenant comme zéro, en chacun de ces points, la cote réelle du lieu, c'est-à-dire que l'on porte la différence entre les deux cotes avec le signe + si la cote barométrique est plus faible que la cote réelle et avec le signe — dans le cas inverse.

Ainsi pour le point n° 1 nous portons $203 - 126 = 77$, en arrondissant le chiffre 203 au lieu de 202,86. Pour le point n° 8 coté la première fois, nous portons $199 - 122 = + 77$; pour le point n° 10, $199 - 124 = + 75$; pour le point n° 8 coté la seconde fois, $199 - 122 = + 77$; enfin, pour la gare de Brin au retour, $203 - 125 = + 78$. Nous observerons en outre que, entre le point de départ et le point d'arrivée à l'auberge, la pression atmosphérique a baissé de 2 mètres.

Tous ces points une fois portés, on les joint par une courbe qui est la courbe des variations barométriques exprimées selon les divisions en mètres du baromètre.

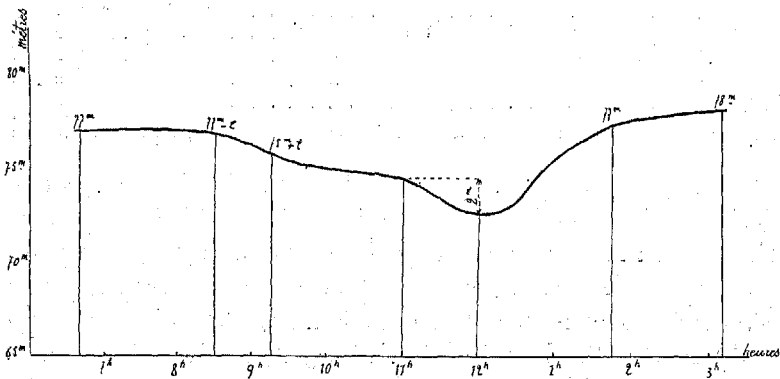
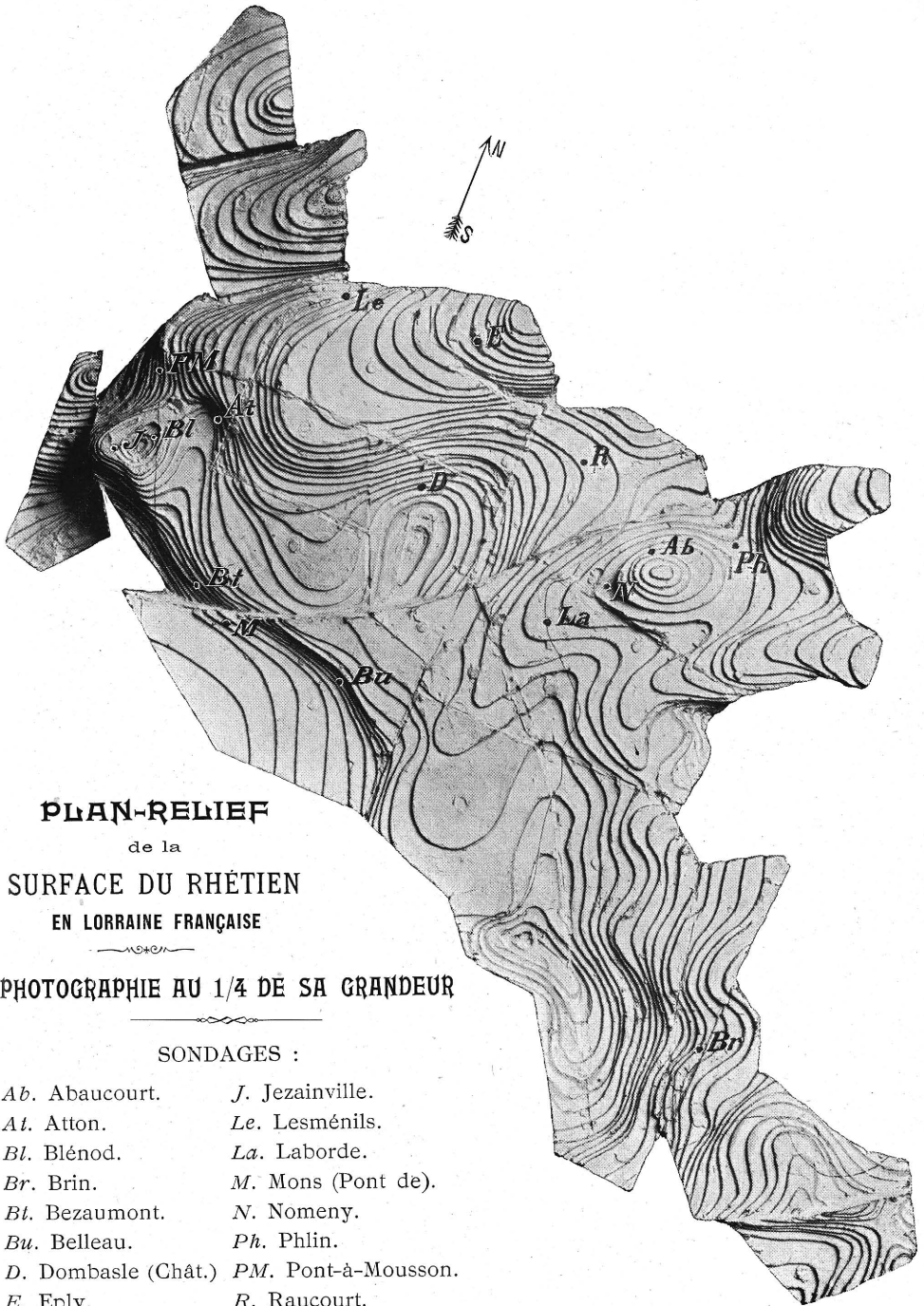


FIG. 2. — Courbe des variations barométriques.

Il ne reste plus maintenant, pour calculer les cotes réelles des points que l'on veut avoir, qu'à ajouter à chacune des cotes lues au baromètre la hauteur, avec son signe, de la courbe à l'heure où la cote a été prise.

Ainsi à 7 heures nous ajouterons $+ 77^m$ soit $151 + 77 = 228$, à 7^h10 nous ajouterons $+ 77^m$, etc.

Il est à remarquer que la précision est assez grande dans



PLAN-RELIEF

de la

SURFACE DU RHÉTIEN

EN LORRAINE FRANÇAISE

—————

PHOTOGRAPHIE AU 1/4 DE SA GRANDEUR

SONDAGES :

- | | |
|---------------------|---------------------|
| Ab. Abaucourt. | J. Jezainville. |
| At. Atton. | Le. Lesménils. |
| Bl. Blénod. | La. Laborde. |
| Br. Brin. | M. Mons (Pont de). |
| Bt. Bezaumont. | N. Nomeny. |
| Bu. Belleau. | Ph. Phlin. |
| D. Dombasle (Chât.) | PM. Pont-à-Mousson. |
| E. Eply. | R. Raucourt. |

l'exemple choisi, parce que les variations barométriques ont été faibles et que les points de repère étaient nombreux.

On a souvent des opérations moins précises, et l'erreur peut descendre à 2 ou 3 mètres, elle n'est jamais inférieure à 1 mètre; lorsqu'elle dépasse 3 mètres, on rejette l'observation et l'on recommence une nouvelle tournée sur le terrain si l'équidistance des courbes de niveau que l'on se propose de tracer est de 5 mètres.

En résumé, l'usage du baromètre permet une approximation assez grande, les erreurs étant facilement réduites à 1 ou 2 mètres pour une excursion, si l'on n'a pas affaire à de trop grandes dénivellations; on peut donc se servir avantageusement de cet instrument pour faire du nivellement expédié et, en géologie, pour relever les plissements et les pendages de couches de terrain, ainsi que le rejet des failles; les problèmes de tectonique deviennent ainsi des problèmes de géométrie cotée et la configuration tectonique d'une région peut se fixer sur une carte et se reproduire en plan relief. J'ai dressé en effet un *plan relief de la surface des marnes de Levallois*, dans notre région, en découpant dans des feuilles de carton le tracé des courbes de niveau de cette surface, et en empilant ces feuilles de carton les unes sur les autres, selon le procédé qui m'avait été indiqué par M. Thoulet. L'épaisseur d'un carton représente une hauteur de 5 mètres, et l'échelle planimétrique est de $\frac{1}{50000}$.

Remarque. — On peut quelquefois éviter de cheminer par cycles fermés lorsque l'on est en pays assez découvert, en utilisant le niveau-lyre du colonel Goulier avec lequel on fait des visées sur un point coté auparavant. Mais l'approximation est moins grande. On se servira surtout de cet appareil pour se reporter à un point coté lorsqu'on a quelques raisons de craindre que les variations de la pression atmosphérique ne soient devenues assez fortes, et qu'on n'a pas d'autre moyen de le vérifier.
