

LA
FAILLE D'HAVERSIN (1)

PAR

G. SIMOENS

Docteur en sciences minérales,
Chef de section (ff.) au Service géologique de Belgique.

—
Planche I
—

J'ai été amené, dans une de nos dernières réunions, à parler de la faille d'Haversin, et j'ai proposé de l'appeler de ce nom en raison du rejet relativement plus considérable qu'elle présente dans cette dernière localité où, au sud-est de la station, dans la tranchée du chemin de fer du Luxembourg, elle intéresse les assises famenniennes devenues classiques à la suite des remarquables travaux de M. M. Murlon. Mais avant d'aborder l'étude de ce phénomène tectonique, il ne sera peut-être pas inutile d'examiner rapidement quelques principes généraux relatifs à la structure des chaînes de montagnes (2).

PRINCIPES.

On est à peu près d'accord aujourd'hui pour admettre que la Terre, comme tous les sphéroïdes qui constituent notre système solaire,

(1) Présenté à la séance du 20 février 1900.

(2) Les considérations générales formant la première partie de ce travail étant surtout destinées à servir d'introduction à une série de travaux ultérieurs, il nous a semblé nécessaire d'entrer dans quelques développements permettant de ne plus devoir y revenir dans la suite.

une tendance à diminuer de plus en plus de volume et à présenter des modifications concomitantes de plus en plus considérables de sa surface.

Si l'on remarque, en effet, que la sphère est le corps géométrique qui présente la plus petite surface pour le plus grand volume, on doit admettre que toute modification intéressant ce volume entraînera nécessairement une augmentation relative de la surface. Comme pour une sphère V la masse est proportionnelle au cube du rayon R et la surface S au carré de ce même rayon, on doit avoir :

$$\frac{V}{V'} = \frac{R^3}{R'^3} \quad \text{ou} \quad \frac{S}{S'} = \frac{R^2}{R'^2}$$

On voit par là que la masse de la sphère se modifie plus rapidement que sa surface et que, par conséquent, une augmentation de celle-ci se traduira par des affaissements, des plissements et des chevauchements. Si l'on considère en effet un secteur sphérique d'un rayon déterminé, présentant une surface rigide, dont toutes les parties sont également distantes du centre, pour expliquer le plissement possible de cette surface, il faut bien admettre une diminution du rayon et, dès lors, on peut regarder l'affaissement de la surface comme étant un mouvement primaire et qui engendre le plissement. Ce plissement sera d'autant plus violent que le substratum se sera rapproché davantage du centre. Or, si l'on est d'accord pour admettre que le volume sphérique de la terre, en vertu de la pesanteur, se contracte, entraînant sa surface, il faut aussi conclure que les plissements et les autres modifications que présentent les régions superficielles du globe ne sont, en dernière analyse, que des manifestations de la pesanteur.

Mais au sein d'une région déjà plissée, les phénomènes centripètes peuvent continuer à se manifester et entraîner encore dans le sens vertical un lambeau plus restreint de la surface, dont le plissement deviendra plus énergique. Ainsi le mouvement de descente étant plus localisé et affectant une aire moins étendue, il deviendra plus facile de dégager les différents facteurs du phénomène et de saisir la valeur de leurs relations réciproques.

Grâce à la reproduction du phénomène à une échelle plus réduite, il sera possible de constater les rapports étroits existant entre la répartition des plis et les dénivellations brusques qui apparaissent au sein des régions inégalement affaissées. Mais les plis que présentent ces régions effondrées doivent exercer les uns sur les autres des pressions latérales, et donner naissance à des mouvements que l'on peut considérer comme secondaires, et appelés habituellement horizontaux ou tangentiels, par opposition aux mouvements verticaux, radiaux ou

primaires. « Les dislocations visibles dans l'écorce terrestre, dit M. Suess (1), sont le produit de mouvements qui résultent de la diminution du volume de notre planète. Les efforts développés par l'effet de ce phénomène tendent à se décomposer en efforts tangentiels et en efforts radiaux, et, par suite, en mouvements horizontaux (c'est-à-dire en poussées et en plissements), et en mouvements verticaux (c'est-à-dire en affaissements); il y a donc lieu de diviser les dislocations en deux groupes principaux, suivant que les déplacements relatifs de portions primitivement contiguës de l'écorce terrestre ont lieu dans un sens plus ou moins horizontal ou dans un sens plus ou moins vertical. » Comment faut-il interpréter ces lignes? Il semble tout d'abord qu'il n'existe pas, pour le savant professeur de Vienne, de relation de cause à effet entre ces deux mouvements, ni d'autre rapport que celui de leur commune origine. Mais là n'est pas cependant l'opinion qui se dégage de la lecture attentive de l'œuvre. M. Suess distingue deux genres de mouvements, mais il reconnaît qu'ils sont l'un et l'autre le résultat d'une diminution du rayon de la terre, c'est-à-dire d'un affaissement vers les profondeurs de certaines portions plus ou moins étendues de la surface du globe; mais, dès lors tous les mouvements verticaux s'identifient avec cet écroulement vers le centre du sphéroïde.

Comme la conscience de la coexistence ou de la succession de deux phénomènes est fonction de la notion différentielle qu'ils provoquent en nous, il n'est pas possible de concevoir qu'une force centripète puisse donner naissance à une autre force centripète, laquelle ne présenterait aucun caractère qui permit de la différencier de la précédente.

Il semble donc qu'il existe, comme toute l'œuvre du savant géologue tend du reste à le prouver : 1° une force centripète provoquant des chutes verticales, 2° des poussées tangentielles, qui ne sont que des mouvements secondaires, ou plus simplement les effets multiples de l'action des mouvements de descente sur des masses rigides et hétérogènes. Dans l'*Antlitz der Erde*, M. Suess signale le massif extraordinairement plissé de l'Axenberg comme un exemple remarquable de ces mouvements tangentiels. Je n'ai pu, quant à moi, en présence de la montagne, me défendre d'un sentiment qui m'a porté à voir, dans cette structure compliquée, le résultat d'un véritable écroulement des couches les unes sur les autres, structure en tous points comparable à celle que présenteraient de longues bandes d'étoffes dont on aurait laissé, d'une certaine hauteur, se dérouler les plis.

(1) ED. SUESS, *La face de la terre*, traduit de l'allemand par Emm. de Margerie, t. I, Paris, 1897.

Les conditions qui déterminent la production des phénomènes tangentiels sont principalement l'épaisseur et la nature variable des masses en présence, soumises à l'action de la pesanteur qui sollicite celles-ci à s'érouler sur elles-mêmes. Les plis peuvent être fréquemment renversés, mais il y a longtemps que M. Heim (1) a montré qu'ils sont le résultat de conditions locales, parmi lesquelles on peut citer notamment la hauteur relative des bases des anticlinaux.

De ce qui précède, il semble résulter que :

1° Une région disloquée est d'autant plus violemment plissée qu'elle est plus profondément affaissée.

2° Si deux régions inégalement plissées sont séparées par une faille, la partie la plus énergiquement plissée correspondra à celle des deux lèvres qui aura glissé sur l'autre.

3° Les phénomènes tangentiels ou horizontaux sont des phénomènes secondaires, résultant des mouvements centripètes ou verticaux.

Examinons quelques-unes des nombreuses expériences tentées en vue d'expliquer la formation des montagnes et voyons si elles sont susceptibles, et dans quelle mesure, d'une semblable interprétation.

EXPÉRIENCES.

Dans leurs recherches synthétiques de géologie expérimentale, MM. Favre et Daubrée, en expérimentant de façon fort différente, sont arrivés à des résultats remarquables.

M. Favre a cherché à réaliser les plissements que présentent les montagnes, en empilant des couches de matières plus ou moins flexibles sur une bande élastique, dont il provoquait ensuite le retrait. Quant à M. Daubrée, il a exercé directement, sur des masses de matières à peu près semblables, des compressions latérales. Ces deux savants sont arrivés à réaliser des phénomènes de plissements identiques, et cela malgré les différences que l'on remarque, tant dans les points d'application que dans la direction des forces qui les ont engendrés.

Lorsque des masses superposées et suffisamment étendues sont soumises soit à l'action effective d'une force agissant dans une direction horizontale, forçant les masses à glisser sur leur substratum comme dans les expériences de M. Daubrée, soit lorsqu'elles subissent les effets de l'accumulation par suite de leur propre poids sur une base devenant plus étroite, grâce à un phénomène de retrait comme l'a

(1) A. HEIM, *Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung*, in-4°, Basel, 1878.

réalisé M. Favre, on remarque que le résultat de ces actions dynamiques se traduit tout d'abord par le bombement de la masse. Soient A et B (fig. 1) les points limites du bombement; si les mouvements dont il vient d'être question continuent à se manifester, la partie bombée verra son centre s'affaisser en vertu de la pesanteur et le premier pli sera remplacé par un synclinal flanqué de deux anticlinaux, qui seront eux-mêmes remplacés par des plis plus nombreux mais de moindre et d'égale amplitude.



FIG. 1.

Il est à remarquer que dans l'expérience de M. Daubrée, la bande plissée présente une épaisseur constante dans toute son étendue, tout en étant soumise à l'action d'une force accélérée dont le point d'application se trouve à l'extrémité de la bande; celle-ci étant homogène, on peut la considérer comme une succession de masses égales.

On démontre, en mécanique rationnelle, que deux ou plusieurs corps sont de même masse quand, sollicités par une même force, celle-ci leur imprime dans le même temps des accélérations égales de déplacements. C'est pourquoi, dans l'expérience de M. Daubrée, les masses soumises à l'action de la même force étant égales, celles-ci présentent, après l'effort de pression, des courbures d'égale intensité.

C'est aussi le cas qui s'est présenté, il y a peu de temps, à l'occasion d'un sondage profond exécuté par M. Mourlon à Ellicum, dans la Campine limbourgeoise, à l'occasion du levé de la carte géologique de la basse Belgique. La sonde s'étant arrêtée sur un grès résistant à 40 mètres de profondeur, l'employé préposé au sondage crut pouvoir perforer l'obstacle au moyen du trépan, mais, après d'inutiles efforts, il dut abandonner le sondage. La tige en acier fut ramenée au jour, et l'on constata que sous l'effort elle s'était fortement ployée, présentant sur toute sa longueur des ondulations d'égale amplitude et sans déviation apparente dans le sens de l'effort.

➤ Mais s'il se produit en la partie AA' (fig. 2) de la couche plissée dont il a été question plus haut, un ralentissement du mouvement par suite d'une résistance plus grande de cette partie de la masse, il se produira en A'B un plissement plus énergique, et finalement les plis s'écraseront les uns contre les autres. Or toutes les fois qu'un corps exerce une pression sur un autre, il y a réciprocité. Les plis exerceront donc les uns sur les autres des actions contraires et inégales

qui, dans le cas considéré d'une même force agissant sur toutes les parties plissées, seront fonctions des masses en mouvement et aussi de la nature des matériaux en présence.

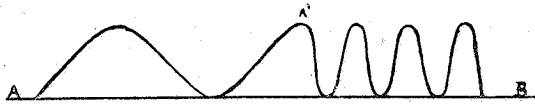


FIG. 2.

C'est ce que M. Daubrée a prouvé expérimentalement. Si deux forces différentes agissent sur deux masses égales, ou bien encore si deux forces égales agissent sur deux masses différentes, le résultat est identique. M. Daubrée s'est servi d'une bande flexible présentant des épaisseurs inégales et graduellement décroissantes, et il a soumis cette bande à l'action d'une force latérale accélérée.

« Si l'on soumet, dit M. Daubrée, à la pression, des feuilles de plomb graduellement amincies d'une extrémité à l'autre, on voit naître des inflexions les unes à la suite des autres; elles apparaissent d'abord à la partie faible et se succèdent vers la partie forte. De plus, on constate que les inflexions produites sont de moins en moins prononcées à mesure qu'on passe de la partie faible à la partie forte. »

Dans cette expérience, M. Daubrée a réalisé le cas de masses inégales soumises pendant le même temps à l'action de forces égales.

Soient F et F' ces forces, M et M' les masses, D et D' leurs déplacements; nous aurons

$$F = MD \text{ et } F' = M'D' \quad \text{ou} \quad \frac{F}{F'} = \frac{MD}{M'D'}$$

Mais nous avons $F = F'$; il vient donc :

$$MD = M'D' \quad \text{ou} \quad \frac{M}{M'} = \frac{D'}{D}$$

c'est-à-dire que les déplacements dus à l'action d'une même force sur des masses inégales sont en raison inverse des masses.

Il en résulte donc que dans l'expérience de M. Daubrée et dans le cas d'une pression latérale, le rayon de courbure des plis est proportionnel à l'épaisseur de la masse plissée.

M. Daubrée s'est ensuite servi, pour continuer ses expériences, d'une lame flexible, amincie vers le milieu de sa longueur et soumise, comme la précédente, à l'action d'une force latérale accélérée.

« Si, dit M. Daubrée, au lieu de faire décroître graduellement l'épaisseur sur toute sa longueur, on place le minimum d'épaisseur sur

un point intermédiaire, les portions de moindre résistance se comportent de la même manière que dans le premier cas. »

Comme, en effet, les déplacements sont inversement proportionnels aux masses, il devient évident que plus la partie centrale de la bande est amincie, plus le plissement doit y être énergique par rapport aux parties voisines.

M. Daubrée dit encore : « Il est remarquable de voir avec quelle sensibilité la variation d'épaisseur des couches soumises à une pression latérale, comme on vient de le dire, se reflète dans les inflexions qu'elles éprouvent. »

Et plus loin il ajoute : « Lorsque la pression continue d'agir, on voit des formes sinusoïdales ou serpentantes, sans surplomb, se déformer graduellement et passer à des ploiements avec renversements des couches. Le sens de ces renversements varie ; la convexité avoisine tantôt le côté de la pression, tantôt le côté de la résistance. »

Il serait intéressant de connaître les conditions qui déterminent les directions variables de ces renversements, mais cela nous entraînerait beaucoup trop loin. Nous aurons, du reste, prochainement l'occasion de revenir sur ce sujet.

Nous avons dit tantôt que c'est surtout la partie A'B de la bande plissée qui doit présenter le maximum de déplacement, mais l'effort le plus considérable s'exercera en A' (fig. 2) ; il sera d'autant plus grand que les actions exercées sur les parties AA' et A'B seront l'expression de forces plus différentes, et il se produira en ce point, si l'effort persiste, une cassure qui très souvent réalisera le cas désigné en géodynamique sous le nom de *faille inverse*.

Disons encore que M. Daubrée a réalisé des cassures de ce genre qui, dans ses expériences, ont été consécutives au ploiement des couches.

Il semble résulter de ces expériences que :

1° Au sein d'une masse comprimée latéralement ou forcée de s'affaisser sur une base plus étroite, la partie la plus énergiquement plissée sera celle sur laquelle se sera exercé plus complètement l'effort considéré, quelle que soit la direction de l'effort.

2° Lorsqu'une solution de continuité se produit au sein d'une masse soumise à un effort de pression, et quelle que soit la direction de l'effort, la partie qui se déplace le long de la cassure est celle qui présente le moins de résistance à l'effort considéré et sur laquelle le plissement se fait le plus énergiquement sentir, soit que ce plissement suive la production de la cassure, soit qu'il la précède.

3° Une masse suffisamment étendue et homogène, comprimée dans une direction déterminée, se plisse d'une manière régulière. S'il se

produit en certains points de la masse des plis renversés ou plus étirés que dans les parties voisines, ces irrégularités sont fonctions de la nature différente de la masse en ces différents points, telle, par exemple, son épaisseur variable. Ces accidents présentent peu ou point de rapports avec la direction des efforts de compression.

Nous allons examiner maintenant la région d'Haversin et y reconnaître des faits qui sont de nature à confirmer les conclusions qui précèdent.

OBSERVATIONS.

En 1895, comme M. M. Murlon a bien voulu le rappeler déjà, il me chargea de compléter, principalement par des recherches paléontologiques, ses propres levés de la feuille d'Achène-Leignon, comprenant notamment la région d'Haversin; c'est à cette époque que je reconnus, dans les environs de cette dernière localité, l'existence d'un contact anormal des macignos de Souverain-Pré (*Fa2a*) et des schistes grossiers de Senzeille (*Fa1a*) avec élimination des deux assises de Mariembourg (*Fa1b*) et d'Esneux (*Fa1c*) si bien représentées à quelques centaines de mètres au nord et au sud de cette faille.

La direction de celle-ci m'indiqua qu'elle devait couper aussi les assises mises à nu à peu de distance de là dans la magnifique tranchée du chemin de fer du Luxembourg, où je relevai la coupe suivante (fig. 3).

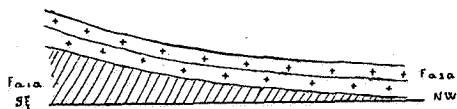


FIG. 3.

Fa1a. Schistes de Senzeille. — Fa2a. Macignos de Souverain-Pré.

L'examen de cette coupe nous montre que nous nous trouvons ici en présence d'une faille normale longitudinale réalisant la règle de Schmidt, avec glissement du toit vers le nord. Si l'on parcourt la région faillée en la recoupant du sud au nord normalement à la direction de la faille, on reconnaît tout d'abord, au sud de celle-ci et bien au delà des limites de la planchette de Leignon, l'existence d'un massif étendu de schistes grossiers (*Fa1a*) à *Rhynchonella Omaliusi*; ce massif entoure vers le sud un lambeau de schistes frasniens (*Fr2*) avec calcaires subordonnés; un peu plus vers le nord le massif schisteux (*Fa1a*) supporte dans un de ses plis un ruban assez étroit de schistes plus

fiés (Fa1b) à *Rhynchonella Dumonti*; plus au nord les schistes sont coupés brusquement par la faille.

Cette première partie de la région plissée est surtout caractérisée par sa structure régulière, présentant des plis larges et par conséquent peu nombreux et à inclinaisons relativement faibles. (Voir planche I.)

Au nord de la faille, nous rencontrons d'abord un synclinal, constitué par les macignos et les psammites des assises (Fa2a) et (Fa2c) du Famennien supérieur.

Ces roches, qui semblent avoir glissé le long de la cassure, présentent près de celle-ci de faibles ondulations, mais qui font rapidement place à des plis plus accentués, et à peu de distance de là les couches sont verticales.

A ce synclinal fait suite une série d'anticlinaux et de synclinaux, constitués exclusivement par les assises du Famennien inférieur. Ces plis sont étirés et comprimés fortement les uns contre les autres; ils finissent bientôt par s'enfoncer profondément, mais ils réapparaissent un peu plus loin pour faire un bond gigantesque et s'enfoncer définitivement en permettant ainsi, à deux reprises différentes, l'apparition des assises du Famennien supérieur au centre de synclinaux profonds.

Ce qui caractérise cette région située au nord de la faille, c'est l'existence du nombre considérable des plis qu'elle présente, relativement à la région méridionale. Autant les plis sont largement espacés et réguliers dans cette dernière partie du massif plissé que nous étudions, autant ils sont, dans la partie septentrionale, nombreux et étirés. Remarquons encore que la coupe qui a été tracée normalement à la direction de la faille ne rencontre au sud de celle-ci que cinq bandes successives et régulières, tandis qu'au nord de l'accident d'Haversin, sur une longueur double de la précédente, la même coupe nous montre plus de trente bandes constituées par des schistes, des psammites et des macignos, et au sein desquels les couches fréquemment redressées jusqu'à la verticale continuent à présenter d'énergiques plissements. (Voir la coupe de la planche I.)

Il existe, comme on le voit, un contraste frappant entre ces deux régions; au sud les couches régulièrement plissées présentent l'aspect d'un massif relativement rigide; ce massif n'a pas participé au mouvement qui a produit la faille d'Haversin. Au nord, au contraire, le pays doit son allure compliquée au tassement d'un énorme lambeau qui a glissé le long de la faille, et dont les couches, écrasées les unes contre les autres, représentent les derniers vestiges refoulés des sommités voisines.

En glissant sur le plan très incliné de la faille, les couches, tout en

descendant dans les profondeurs, ont été cependant refoulées vers le nord.

Le refoulement de ces couches a dû être très énergique, surtout si l'on admet que la contrée tout entière, avant la production de la faille, a subi l'action d'une poussée considérable venant du sud. Aussi la région qui nous occupe et qui dans ce cas aurait été refoulée à deux reprises différentes, semble devoir présenter, plus encore que dans les régions voisines, des plis renversés; or, il n'en est rien, et l'examen de la coupe que j'ai tracée d'après des mesures nombreuses, ne confirme pas entièrement la théorie qui domine aujourd'hui toutes les tentatives faites en vue de l'interprétation de l'allure plissée de nos régions.

L'observation de tous ces faits autorise à conclure comme suit :

1° L'allure relativement plus plissée que présente la région située au nord d'Haversin permet d'affirmer, indépendamment de toute considération, quant à la nature du mouvement, que cette région s'est déplacée par rapport à l'autre, située au sud.

2° La faille d'Haversin est une faille normale longitudinale dont le toit, situé au nord, a glissé sur le mur.

Corollaire. — Le nombre plus considérable des plis que présente la région située au nord de la faille d'Haversin, est le résultat d'un mouvement de descente de cette région le long de la faille.

3° Malgré le glissement de la région d'Haversin vers le nord, le plongement des couches plissées est quelconque.

INDUCTIONS.

Les considérations qui précèdent, confirmées d'abord par une série d'expériences et ensuite par les faits observés à Haversin, permettent, je pense, de présenter les conclusions suivantes :

1° Le plissement au sein d'une région affaïssée est d'autant plus énergique que le mouvement de descente est plus accentué.

2° Lorsqu'une faille sépare deux régions inégalement plissées, la région caractérisée par l'étirement ou le nombre le plus considérable des plis est celle qui s'est plus particulièrement déplacée par rapport à l'autre le long de la faille.

3° La présence de plis isoclinaux renversés dans un sens déterminé au sein d'une région disloquée est due à des conditions locales ou secondaires, et ne permet pas de conclure à l'existence d'un effort latéral avec direction dominante dans ce sens.