

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie  
**Band:** 48 (1968)  
**Heft:** 1: Symposium "Zone Ivrea-Verbano"  
  
**Artikel:** Sur les relations de la "Zone d'Ivrée" avec ses bordures  
**Autor:** Coron, S. / Guillaume, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-37771>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Sur les relations de la „Zone d'Ivrée“ avec ses bordures

Par *S. Coron* et *A. Guillaume* (Paris) \*)

Avec 3 figures et 1 tableau dans le texte

Ce travail préliminaire s'intègre dans le cadre d'une étude structurale des Alpes occidentales par la méthode gravimétrique.

Les données gravimétriques dont on dispose actuellement sont dues aux géophysiciens italiens (M. CUNIETTI, 1952; G. INGHILLERI, 1959), suisses (NIETHAMMER, 1900—1912; Schweiz. Geod. Kommiss., 1959) et français (S. CORON, 1959, 1964 et bibliographie; S. CORON et A. GUILLAUME, 1966; A. GUILLAUME, 1967).

Le nombre de stations des Alpes franco-italiennes dont on connaît les anomalies de Bouguer corrigées du relief est maintenant d'environ 1800. Il sera donc bientôt possible, avec les procédés modernes de calcul, de commencer des études quantitatives systématiques.

Le travail présenté ici expose brièvement et d'une manière semi-quantitative les données gravimétriques les plus récentes sur la zone d'Ivrée et ses bordures; il compare ces données aux résultats géologiques et sismologiques.

## Données gravimétriques

### 1. Généralités

Les données utilisées ici sont résumées synthétiquement sur les profils gravimétriques de la fig. 2. Ces profils sont situés sur la fig. 1 qui schématise aussi les principales unités tectoniques des Alpes occidentales. L'emplacement de ces grandes structures est figuré aussi sur les profils (les séries de couverture ont été négligées sur les dessins).

Rappelons que deux anomalies principales de pesanteur sont connues depuis fort longtemps dans les Alpes occidentales (voir par exemple G. COSTANZI,

---

\*) Institut de Physique du Globe, 9 quai St-Bernard, Paris, et Laboratoire de Géologie Dynamique de la Sorbonne (Groupe de recherches tectonophysiques), Paris, 5e.

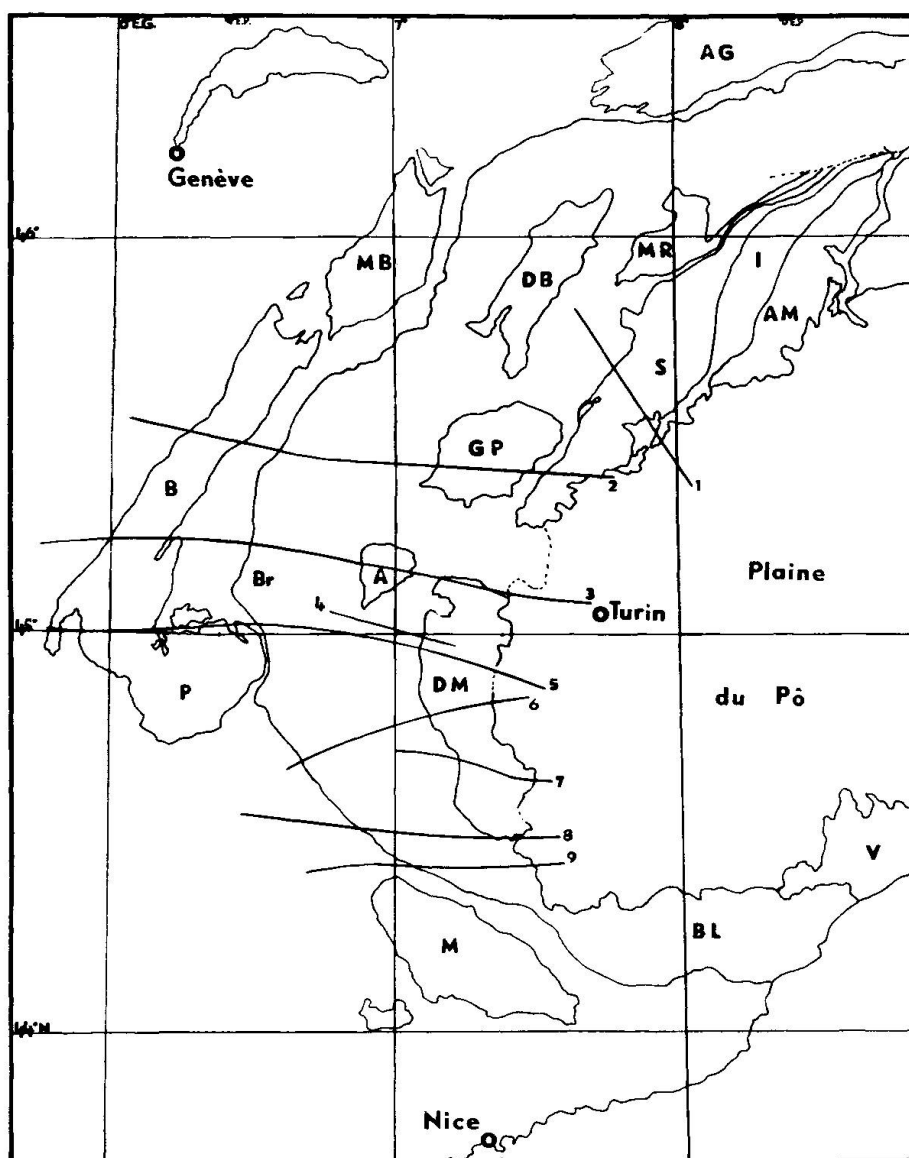


Fig. 1. Grandes unités tectoniques des Alpes Occidentales et situation des profils gravimétriques. M = Argentera-Mercantour; P = Pelvoux; B = Belledonne; MB = Mont-Blanc et Aiguilles rouges; AG = Aar-Gothard; BL = Briançonnais ligure; Br = Briançonnais; V = Groupe de Voltri; DM = Dora Maira; A = Ambin; PG = Grand-Paradis; MR = Mont Rose; DB = Dent Blanche; S = Sesia; I = Ivrée; AM = Alpes Méridionales; 1 = Profil gravimétrique numéro 1.

1900). Ce sont, d'une part un minimum qualifié de „briançonnais“ ou de „pennique“ et d'autre part le „maximum d'Ivrée“.

Les discussions sur l'origine de ces importantes anomalies ont alimenté la littérature depuis plusieurs décennies (A. HEIM, 1921; O. MENGEL, 1929; E. NIGGLI, 1946; S. CORON, 1963). A la suite des expériences de sismique alpine récente (CLOSS, LABROUSTE et al., 1963) on admet maintenant généralement une relation entre le minimum pennique et un épaissement de la

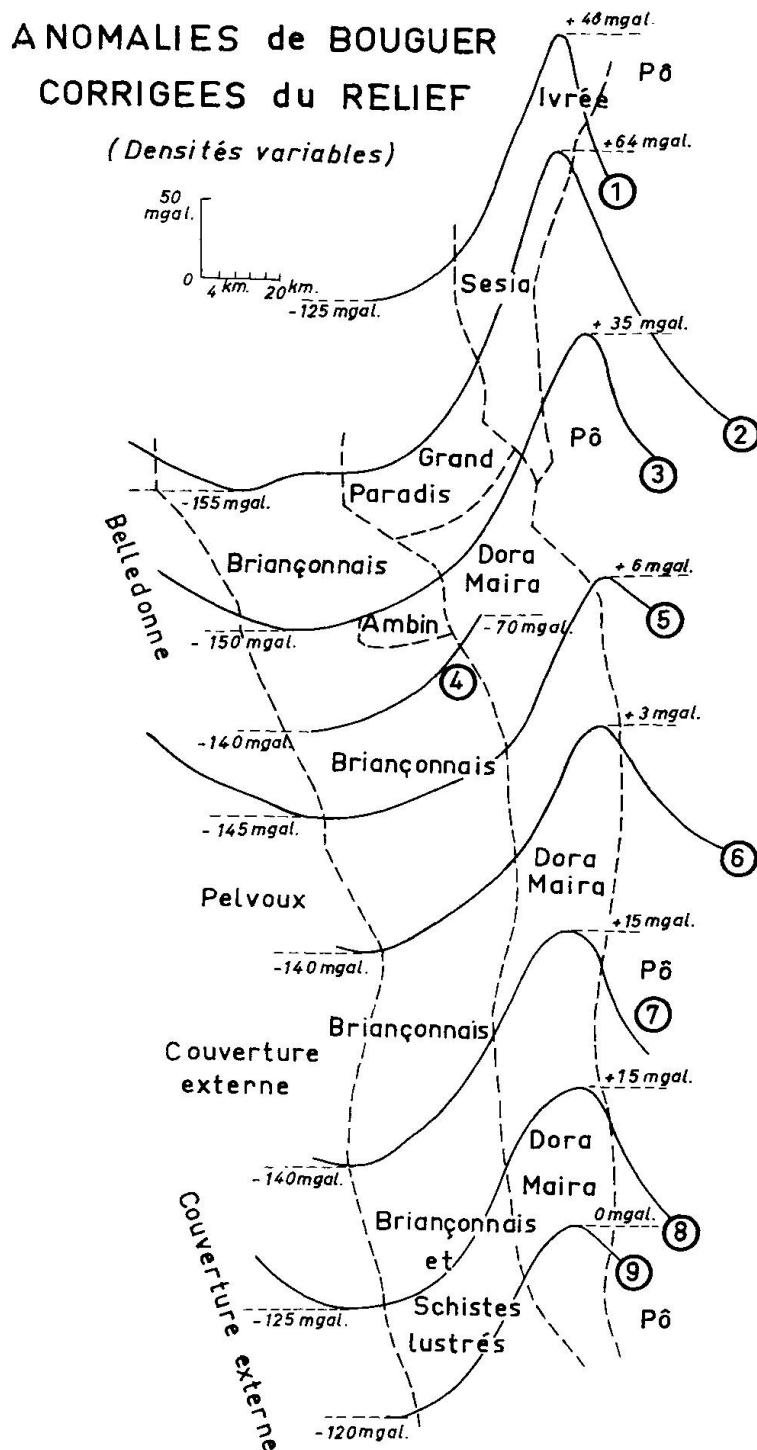


Fig. 2.

croûte terrestre; on recherche d'autre part la cause du maximum d'Ivrée dans la présence de roches lourdes à faible profondeur („hernie du manteau supérieur“ pour L. GLANGEAUD, 1962), en bordure de la plaine du Pô.

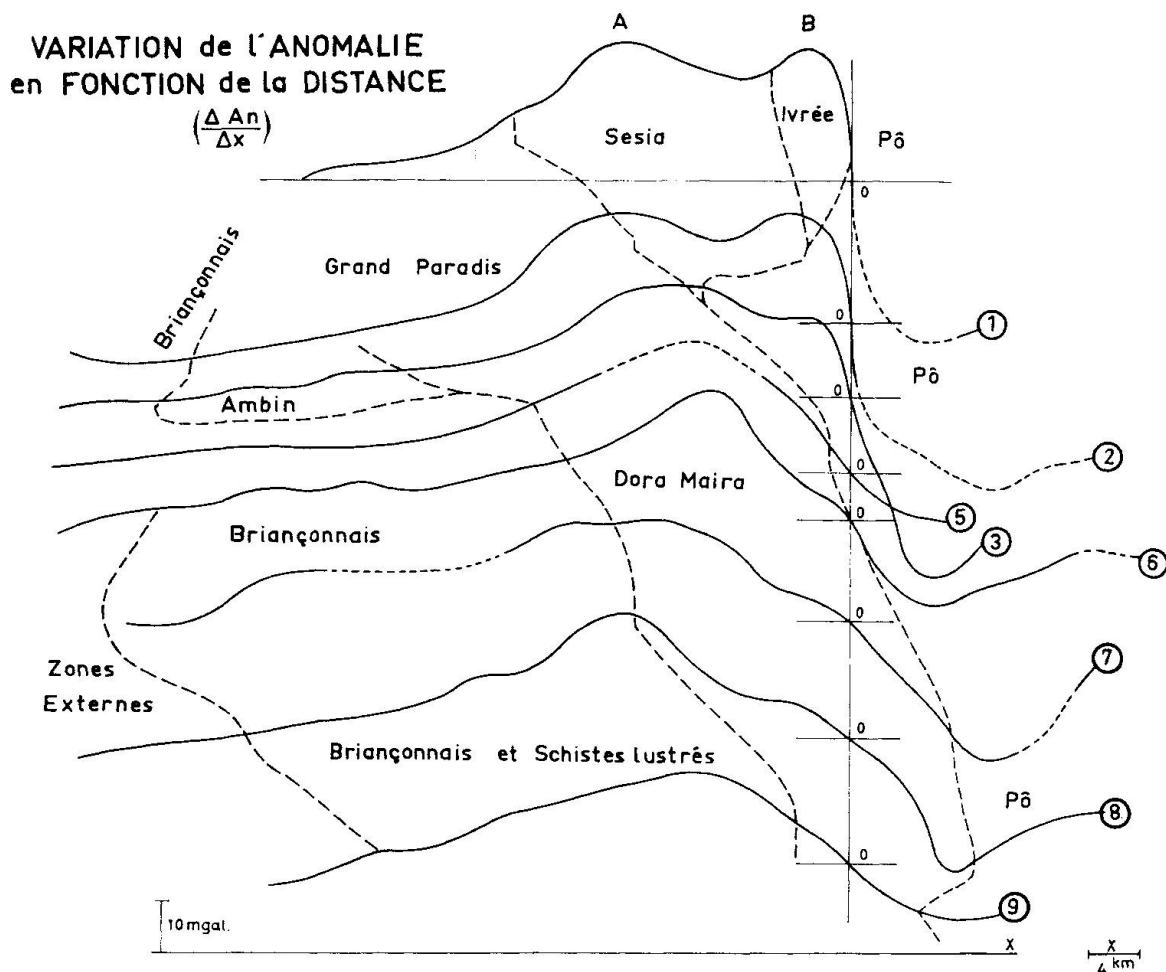


Fig. 3.

## 2. Commentaire des profils (fig. 1, 2 et 3)

a) Un fait important ressort des profils lissés de la fig. 2 et des courbes de variation de l'anomalie en fonction de la distance (fig. 3).

Sur les *profils lissés*, maximum et minimum de gravité sont *obliques* sur les grandes structures des Alpes franco-italiennes, ainsi qu'il ressortait déjà d'un travail récent (SC et AG 1966).

Sur les profils 1 (Ivrea) et 2 (Val Orco principalement), le maximum se trouve sensiblement à l'aplomb des roches lourdes basiques et en grande partie hercyniennes de l'unité tectonique d'Ivrea. Sur ces mêmes profils, le minimum se trouve en pays pennique (au sens large d'Argand).

Sur le profil 3 (Val de Suse-Maurienne) le minimum se trouve dans le Briançonnais proprement dit.

Entre les profils 3 et 9, le minimum se déplace vers l'W et passe du Briançonnais à la couverture externe, tandis que le maximum se déplace parallèle-

ment; le maximum arrive ainsi au cœur de la Dora Maira dans la partie méridionale de cette unité.

Sur les *courbes de variation des anomalies en fonction de la distance*, à l'W de la plaine du Pô, les variations les plus rapides (A et B sur la fig. 3), se trouvent sur le profil I, d'une part sous l'unité Sesia, et d'autre part sous l'unité d'Ivrée. Les courbes correspondant aux profils suivants montrent un décalage du maximum de variation occidental (A) vers les unités plus externes. Il semble que les irrégularités de variation plus internes (B) se retrouvent sur les coupes plus méridionales; cependant, leur existence devra être confirmée. On vérifie aussi que le gradient des anomalies du côté de la plaine du Pô est plus faible au S qu'au N.

b) En analysant les profils, on constate que, du N au S, la courbe s'aplatit au voisinage du maximum, la valeur de l'anomalie au maximum diminue en même temps que l'écart entre les valeurs minimales et maximales (210 à 120 mgal environ; le profil I n'a pas été tracé jusqu'au minimum).

### 3. Caractères des anomalies

Quelques essais statistiques ont été faits afin de déterminer le degré de corrélation  $r$  entre les anomalies gravimétriques corrigées du relief et divers autres facteurs géographiques ou géologiques.

Dans cette première étude, les variables suivantes ont été simplement considérées:

$n$  = Nombre de stations.

$H_S$  = Altitude de la station.

$H_{A-G}$  = Altitude moyenne autour de la station dans un rayon de 3 à 5 km environ (zone A – G de Hayford).

$H_{I-L}$  = Altitude moyenne autour de la station dans un rayon de 5 à 30 km environ (zone I – L de Hayford).

dens. = Densité utilisée pour les réductions gravimétriques (correction de plateau).

Les calculs ont porté, d'une part sur l'ensemble des stations, d'autre part sur les stations des profils de la fig. 2 (en se limitant toutefois pour chaque profil à la portion comprise entre les points d'anomalies gravimétriques maximales et minimales).

Les anomalies de Bouguer corrigées du relief présentent pour l'ensemble des Alpes franco-italiennes quelques caractères communs, qu'elles soient examinées globalement ou regroupées par profils. Le tableau 1 montre quelques faits:

Tableau 1. Coefficient de corrélation entre les anomalies de Bouguer, le relief ou la position géographique des stations, pour différentes formations géologiques et les profils\*) de la figure 2

	<i>n</i>	$H_S$ $r \cdot 10^2$ <i>a</i>	$H_{A-G}$ $r \cdot 10^2$ <i>a</i>	$H_{I-L}$ $r \cdot 10^2$ <i>a</i>	Longit. $r \cdot 10^2$ <i>a</i>	Dens. $r \cdot 10^2$
Mass. Crist. Ext.	167	-40	-34	-66, - 47	-65, - 5	-42
Front Brianç.	78	+18	+11	-19	-45	-51
Briançonnais	157	-12	-23	-52	+ 9	-27
Brianç. + G <sup>d</sup> StB <sup>d</sup> + Dent Blanche	178	+35	+31	- 3	-11	-53
Ambin	30	-43	-53	-71 - 64	+81, + 2	-43
Grand Paradis	32	-78, - 18	-49	-86, - 64	+54	+36
Dora Maira	73	-48	-52	-84, - 91	+84, +42	-49
Sesia	39	-58	-23	-93, -118	+12	-58
Ivrée	10	-12	+ 9	+ 7	+ 3	-12
Profil 1	19	-55	-70, -104	-98, -114	+98, +98	+ 1
Profil 2	36	-68, - 69	-76, - 70	-77, - 86	+60, + 9	- 6
Profil 3	34	-75, -119	-83, - 92	-98, -108	+85, +13	-45
Profil 4	11	-70, - 74	-37	-99, - 82	+96, + 9	+(86)
Profil 5	19	-85, - 74	-95, - 70	-97, - 88	+91, +11	-(95)
Profil 6	34	-74, - 79	-79, - 52	-94, - 90	+92, +17	-34
Profil 7	20	-79, - 87	-83, - 76	-97, -104	+95, +16	-27
Profil 8	23	-92, -107	-92, - 79	-94, - 95	+80, +14	- 2
Profil 9	21	-93, -133	-96, - 88	-91, - 81	+83, +13	-65
Total des st.	265	-71, - 72	-80, - 72	-90, - 95	+73, +12	

Lorsque le coefficient de corrélation (*r*) est bon, la pente *a* (mg/l/km) de la droite moyenne est indiquée à côté du coefficient. Dans le cas contraire, seul le coefficient est donné dans la colonne.

\*) Les calculs ont été strictement limités à la partie comprise entre les axes gravimétriques minimum et maximum.

a) Il n'existe pas de forte corrélation entre les anomalies et les densités superficielles utilisées (profils ou formation géologique).

Les coefficients des profils 4 et 5 ne sont pas significatifs vu le petit nombre d'éléments utilisés.

b) Mis à part l'effet de longitude (dû à la direction approximative NS des Alpes occidentales), les profils ont de très bons coefficients de corrélation avec l'altitude considérée  $H_S$ ,  $H_{A-G}$ , ou  $H_{I-L}$ ; cependant, c'est avec cette dernière altitude moyenne que le coefficient de corrélation est le meilleur (environ -0,95); ceci est dû au fait que la majorité des stations est située dans les vallées et surtout que la cause de ces anomalies n'est pas superficielle (en grande partie effet de l'isostasie).

La pente *a* de la droite de régression a été calculée, pour tous les cas valables;

elle a une valeur moyenne de  $-0,095$  mgal/m, toutefois sur certains profils on relève des écarts de l'ordre de  $\pm 0,015$  mgal/m, et dans les formations géologiques des écarts beaucoup plus importants qui seront analysés ultérieurement.

Cependant, on peut relever facilement quelques particularités: dans le profil 2 (qui traverse le Grand Paradis) les coefficients de corrélation sont relativement faibles par comparaison avec ceux des autres profils ( $-0,68... -0,77$ ); par ailleurs, les anomalies du Grand Paradis sont davantage liées à  $H_s$  que celles des autres formations géologiques ( $r = -0,78$ ).

Rappelons d'autre part que les anomalies isostatiques de la région du Grand Paradis sont supérieures aux anomalies des régions voisines (S. CORON, 1959). Il en est de même pour le massif d'Ambin. Ces faits pourraient s'accorder avec l'hypothèse d'un charriage de ces massifs.

Dans la coupe 6 deux familles de stations apparaissent: la première est celle correspondant à la zone d'Ivrée; l'autre, située dans la région de Guillestre, au front du Briançonnais, montre l'existence de roches lourdes assez proches de la surface, bien qu'il ait été tenu compte de la présence de „l'andésite“ pour effectuer les réductions en densité variable.

#### Comparaisons avec les résultats sismologiques

A la suite des premiers résultats des explosions alpines, deux modèles ont été proposés par les sismologues (H. CLOSS, Y. LABROUSTE et al., 1963). Le premier (modèle dit de Strasbourg) admet que la discontinuité de Mohorovičić plonge sous les roches d'Ivrée à vitesse 7 km/sec environ. Le second (modèle dit de Paris) conduit à assimiler la discontinuité limitant ces roches vers le haut à la discontinuité de Mohorovičić. Un modèle qui peut être considéré comme mixte a été proposé dans une synthèse récente (M. CHOUDHURY et al., 1967). Ce dernier modèle montre un aplatissement du corps d'Ivrée et un chevauchement de celui-ci sur la croûte dans les profils méridionaux. Le style tectonique évoqué par ce modèle correspond mieux à ce que les géologues connaissent de la structure des Alpes.

En première analyse les données gravimétriques les plus récentes nous paraissent s'accorder avec cette hypothèse, pour les profils méridionaux<sup>1)</sup>.

Il faut souligner enfin que l'alignement des épicentres piémontais („arc piémontais“ de J. P. ROTHE, 1948) borde à l'W le maximum gravimétrique d'Ivrée. Il traverse aussi le Briançonnais à hauteur de Cuneo. Là, il est sans doute décalé légèrement par la grande faille de la moyenne Stura puis il se trouve lui aussi plus au S dans des zones relativement externes (A. GUILLAUME, 1967).

---

<sup>1)</sup> La solution proposée avait d'ailleurs été retenue depuis quelque temps par l'un d'entre nous (Conférences de Géologie alpine à la Sorbonne).



### Conclusion

La confrontation des résultats géologiques et géophysiques montre que dans les Alpes franco-italiennes *l'anomalie positive d'Ivrée est indépendante des grandes unités crustales alpines*.

L'interprétation géologique de tous les résultats connus interviendra ultérieurement. On doit noter cependant dès maintenant quelques hypothèses possibles (A.G.):

a) L'anomalie d'Ivrée est dans doute due à *plusieurs causes* (masses lourdes de l'unité tectonique d'Ivrée d'une part et magma récent basique ou hybride d'autre part).

b) Il n'est pas exclu que l'ensemble tectonique Sesia-Ivrée et Alpes Méridionales soit une ancienne dorsale hercynienne régénérée à l'Alpin<sup>2</sup>). Ceci impliquerait une certaine permanence de l'activité tectonique dans certaines zones du manteau supérieur.

c) Des irrégularités apparaissent souvent sur les profils aux limites occidentales des principales unités de la région étudiée. Elles suggèrent la possibilité d'injections basiques le long de grands accidents crustaux.

La position de la masse principale d'Ivrée (au sens séismologique) appuie l'interprétation admettant des déplacements importants d'ensemble des unités Sesia-Alpes Méridionales, Dora Maira... lors du paroxysme alpin.

### Bibliographie

- CHOU DHURY, M., GIESE, P., DE VISINTINI, G. (1967): Crustal structure of the Alps — some general features from explosion seismology. 1 fasc. ronéot., 15 p. Zurich.
- CLOSS, H., LABROUSTE, Y. (1963): Mémoire Collectif du Groupe d'Etude des Explosions Alpines. C.N.R.S., Paris.
- CORON, S. (1959): Grandes variations de pesanteur dans la région des Alpes Occidentales. C.R. Acad. Sci., t. 248, p. 3193—3195, Paris.
- (1963): Gravimétrie des Alpes Occidentales. C.N.R.S., in Mem. Coll. Gr. Et. Expl. Alp., Paris.
- (1964): Mesures de pesanteur dans les Alpes Françaises. Publ. Bur. Grav. Int., Paris.
- CORON, S., GUILLAUME, A. (1966): Nouvelles mesures de pesanteur dans les Alpes Maritimes. C.R. Acad. Sci., t. 264, p. 13—16, séance du 19. 12. Paris.
- COSTANZI, G. (1900): La distribuzione delle gravita in Europa specialmente in relazione con sollevamenti montuosi. App. in 8°, Pavia.
- CUNIETTI, M. (1953): Le anomalie della gravita nell'Italia nord occidentale. Bol. Geod. e Sci. Aff., XI, n° 3, Milan.
- GLANGEAUD, L. (1962): Application des méthodes géophysiques à la tectonique profonde du nord-ouest de la Méditerranée (mer hespérienne). Bull. Soc. géol. Fr. 7e série, 4, p. 884—887, Paris.

<sup>2</sup>) La disposition des grands accidents du Tonale, du Canavese, et pyrénéens rappelle celle des structures rencontrées le long des dorsales médio-océaniques actuelles.

- (1966): Les grands ensembles structuraux de la Méditerranée Occidentale d'après les données de Géomède I. C.R. Acad. Sci., 262, série D, p. 2405—2408, Paris.
- GUILLAUME, A. (1967): Contribution à l'étude géologique des Alpes liguro-piémontaises. Thèse, C.N.R.S.; AO 1622, Paris.
- HEIM, ALB. (1921): Geologie der Schweiz. 3 vol.
- INGHILLERI, G. (1959): Completamento del rilievo gravimetrico nell'Italia Nord-Occidentale. Boll. Geod. e Sci. Aff. Anno XVIII, n° 3.
- LABROUSTE, Y., BALTENBERGER, P., PERRIER, G., RECQ, M. (1968): Courbes d'égale profondeur de la surface de Mohorovičić dans le Sud-Est de la France. C. R. Acad. Sc., 266, D, p. 663—665.
- MALARODA, R., RAIMONDI, C. (1957): Linee di dislocazione e sismicità in Italia. Boll. Geod. e Sci. Aff., XVI, n° 3, p. 273—324.
- MENGEL, O. (1929): Etude de la séismotectonique des Pyrénées et des Alpes Occidentales. U.G.G.I., Pub. Bur. Centr. Seism. Int. B. n° 3.
- NIETHAMMER, T. (1900—1916): Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz. Schweizerische Geodätische Kommission. 12: 1900—1907. 13: 1902. 15: 1911—1914. Zürich 1910, 1911, 1916.
- NIGGLI, E. (1946): Über den Zusammenhang zwischen der positiven Schwereanomalie am Südfuss der Westalpen und Gesteinszone von Ivrea. Eclogae geol. Helv.
- ROTHER, J. P. (1938—1948): La sismicità des Alpes Occidentales. Ann. Inst. Phys. Globe. Strasbourg.
- Schweizerische Geodätische Kommission (1959): Gravimetermessungen in den Jahren 1953 bis 1957. Astr. Geod. Arb. in der Schweiz. Berne.
- VECCHIA, O. (1952): Carta della densità delle rocce in Italia. Boll. Geod. e Sci. Aff., XI, n° 3.