

Carte tectonique de l'Ossola aux Grisons

Autor(en): **Amstutz, André**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **24 (1971)**

Heft 1

PDF erstellt am: **16.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-739690>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

CARTE TECTONIQUE DE L'OSSOLA AUX GRISONS *

PAR

André AMSTUTZ

La carte ci-jointe aurait dû, normalement, accompagner la série de coupes qui vient de paraître dans les *Eclogae* (t. 64, p. 149) et qui schématise la formation des Alpes dans le segment Ossola-Tessin; mais elle n'a pu être insérée avec ces coupes parce que, *pour les Grisons*, elle s'écarte trop des vues classiques qui prédominent encore en géologie alpine officielle; elle est trop en désaccord.

Il importe donc, en même temps que paraît cette carte, de définir les raisons de ce désaccord, tant pour circonscrire le problème qu'il implique, que pour distinguer objectivement les facteurs qui permettront bien de discerner, tôt ou tard, où se trouve la réalité. Pour cela, rappelons brièvement ci-dessous ce qui caractérise ces vues classiques d'une part, et les vues auxquelles m'ont amené plus de vingt ans de travail dans les Alpes, d'autre part.

Les vues devenues classiques tant par leur audience que par leur ancienneté dérivent authentiquement du système imaginé par Em. ARGAND pour expliquer la chaîne alpine de l'Ossola à la Méditerranée, mais c'est surtout à l'adoption quasi-complète de ce système par STAUB et quelques écoles connexes pour les Alpes comprises entre l'Ossola et Vienne, notamment *les Grisons*, qu'est due la généralisation de cette façon de voir. Dès lors, ces vues, qui règnent aujourd'hui encore sur la géologie alpine, se sont tellement identifiées à ce système ARGAND-STAUB qu'elles n'ont jamais cessé de reposer entièrement sur les principes directeurs originels du système; à savoir:

- 1) le déversement généralisé des nappes vers l'avant-pays,
- 2) l'enracinement collectif de ces nappes dans une zone dite des racines,
- 3) une culmination longitudinale de toutes ces nappes dans l'Ossola-Tessin.

Or, ici doivent intervenir d'emblée trois remarques à propos de ces principes directeurs, qui règnent avec tant de continuité aujourd'hui encore:

* Avec cette carte sont insérées ici onze coupes qui schématisent l'évolution du segment Ossola-Tessin jusqu'à 10 km de profondeur, du Trias à l'état actuel, au long de la transversale Berne-Lac Majeur tracée sur la carte. Elles ne sont que des agrandissements de la zone superficielle des coupes au travers de l'écorce terrestre qui viennent de paraître dans les *Eclogae* (t. 64, p. 149).

a) La prépondérance des ophiolites et le développement restreint du trias calcaréo-dolomitique dans la zone Mont-Rose, alors que c'est l'inverse dans la zone Saint-Bernard, montrent que la zone Mont-Rose est rapidement devenue la fosse principale du géosynclinal alpin, et montrent aussi que ce géosynclinal est résulté d'un courant subcrustal allant de l'arrière à l'avant-pays, provoquant simultanément les fissurations et l'affaissement de la zone Mont-Rose. L'approfondissement graduel du géosynclinal, en augmentant l'inclinaison et la vigueur du courant, a dû nécessairement produire tout d'abord une flexure puis une subduction cisailante créant en surface le déversement de masses SB dans la fosse MR, et en profondeur un bourrelet très asymétrique, comme sont asymétriques les dunes. Sous la pente raide de ce bourrelet devait alors forcément naître un second courant subcrustal, de sens opposé au courant primordial et de plus grande vigueur parce que beaucoup plus incliné; et dès lors, devaient naître des subductions cisailantes en sens inverse et partant, les déversements Sesia dans la dépression longitudinale créée par ces subductions. Tout cela, comme je l'ai schématisé dans la série de coupes au travers de l'écorce terrestre qui vient de paraître dans les *Eclogae*.

b) Les retroussements d'écaillés SB par le cheminement de lourdes masses Sesia, retroussements qui apparaissent dans la vallée de Cogne, mettent en évidence l'antériorité des déversements SB/MR et confirment pleinement le processus tectogénique envisagé ci-dessus. De même, l'important faisceau vermiculaire d'ARGAND dans le Valtournanche s'explique clairement par le déversement d'écaillés SB dans la fosse MR lors d'une première phase tectogène (Wurmli inférieur) et le retroussement, le retour en arrière d'une partie de ces écaillés, par le cheminement de lourdes masses Sesia lors d'une deuxième phase tectogène (Wurmli supérieur). Tandis que l'invagination de ce faisceau en un grand synclinal lors d'une « phase Mont-Rose » tardive (opération nécessaire pour le système ARGAND-STAUD) est une opération contre nature, contraire à la mécanique élémentaire.

c) Avant même que soient remarqués ces retroussements, la géologie alpine ne serait pas restée en stagnation pendant des dizaines d'années sur l'idée fautive d'un recouvrement SB/MR tardif, postérieur aux déversements Sesia, si l'on avait considéré un peu mieux le mécanisme que doit inévitablement invoquer les deux premiers principes directeurs. Jamais, en effet, on n'a reconnu ou sérieusement conçu d'éléments Sesia coincés entre Saint-Bernard et Mont-Rose*, et jamais non plus on n'a attribué cette absence à une érosion qui aurait eu lieu entre les deux périodes de déversements et qui n'aurait raclé que les parties Sesia susceptibles d'être ensuite engagées entre SB et MR; c'eût été trop invraisemblable. Il a donc fallu, pour justifier la conception contre nature d'un recouvrement SB/MR tardif, que le système ARGAND-

* Si ce n'est MM. Hermann et G.B. Dal Piaz, qui attribuent à la nappe Dent-Blanche des sédiments mésozoïques de la zone Mont-Rose, et qui pensent que « tout le synclinal de la Grivola est en réalité un anticlinal d'une violence unique ». (*sic*)

STAUB imagine cette encapuchonement en profondeur, cette tête de nappe MR plantée dans les masses SB (ou Mischabel, ce qui revient au même). Or, la structure approximativement isoclinale des strates sur le flanc septentrional du Grand-Paradis et du Mont-Rose, leur étirement, l'absence de toute compression NS dans ces strates, montrent bien que la formation d'un tel encapuchonement (par coup de charrue, a-t-on dit) est en réalité impossible; il suffit d'un sens élémentaire de la mécanique pour s'en rendre compte.

Ces remarques *a) b) c)* montrent bien que les deux premiers principes directeurs du système ARGAND-STAUB (déversement unilatéral et enracinement collectif) sont contraires aux faits essentiels et aux conclusions qui se dégagent tout naturellement de ceux-ci. L'antinomie est irrémédiable entre ces principes et ce qui appert maintenant pour l'antériorité et le sens des déversements SB/MR, autrement dit: entre ces vues de l'esprit et la réalité.

On devrait, me semble-t-il, s'en rendre compte *aussi à propos des Grisons*. Car les nappes Tambo, Suretta, Adula, obéissent complètement à ces deux principes directeurs, et il est donc impossible de les accorder avec la Première phase tectogène, phase SB/MR, *qui a certainement eu lieu tout au long de la chaîne alpine (comme elle a lieu aujourd'hui autour du Pacifique), puisqu'elle est la conséquence naturelle et nécessaire des conditions de formation d'un géosynclinal quelconque*.

A mon sens, la nappe Adula est faite, comme la nappe Verosso-Berisal, de masses Saint-Bernard déversées en partie dans la fosse Mont-Rose lors d'une Première phase tectogène, puis cisailées en sens inverse par la première des quatre subductions simploniques (celle qui a fait le dos de N. Monte-Leone) et déversées en partie dans la dépression longitudinale créée par ces quatre subductions.

Les masses Tambo et Suretta, elles aussi, appartiennent aux masses Saint-Bernard dont les parties méridionales ont été déversées dans la fosse Mont-Rose; mais elles n'ont pas été cisailées, comme la nappe Adula, par la première des quatre subductions cisailantes créatrices des nappes simploniques; car, contrairement à ce qu'imagine le système ARGAND-STAUB, celles-ci n'existent que dans l'Ossola-Tessin et ne se prolongent pas cylindriquement dans les segments valaisan-valdotain et grison. Le dos des nappes Monte-Leone et Simano s'enfoncent, en effet, à l'W et à l'E, sous les nappes Verosso-Berisal et Adula avec une forme convexe, qui implique pour ces bords W et E des directions de subduction s'écartant graduellement de la transversale et se rapprochant de directions longitudinales, parce que, lors de la Troisième phase tectogène, le bourrelet subcrustal du segment Ossola-Tessin était déjà moins épais que celui des segments contigus, et qu'il se créait ainsi une tendance à tirer longitudinalement, vers les bourrelets plus épais.

Les serpentines de Chiavenna appartiennent vraisemblablement à la couverture mésozoïque extrêmement ophiolitique de la zone Mont-Rose, et apparaissent ici en fenêtre. Au N elles s'enfoncent sous les gneiss SB Suretta et Tambo déversés dans

la fosse MR lors de la Première phase tectogène. Au S elles disparaissent sous des gneiss qui prolongent vraisemblablement les gneiss SB Suretta et Tambo précédents *et que j'aurais dû noter sur la carte ci-jointe en rose entre les serpentines et l'orange Sesia*. De même, les ophiolites du Val Malenco doivent, logiquement, appartenir à la couverture mésozoïque si caractéristique de la zone Mont-Rose; ce qui s'accorde tout-à-fait bien avec la zone radicale Sesia au sud, et toute la série des nappes grisonnes au nord.

Voyons maintenant, en pleine zone Saint-Bernard, près du Splugen et du San-Bernardino, les raisons d'existence des deux bandes mésozoïques transversales qui s'intercalent entre les masses gneissiques Adula, Tambo et Suretta, masses dont on a voulu faire des nappes entièrement déversées vers N et entièrement issues d'une zone dite des racines. Les raisons me paraissent simples: ces bandes correspondent à des plis transversaux postérieurs à la grande tectogénèse longitudinale pennique, plis symétriques de celui d'Antronapiana bien que de style différent, plis qui devaient nécessairement se former en cette zone lors des ajustements isostatiques. Car:

a) La sédimentation mésozoïque du géosynclinal alpin a été certainement moindre dans le segment Ossola-Tessin que dans les segments contigus, et la tectogénèse aussi a été de moins grande amplitude. Partant, les bourrelets subcrustaux ont été, à la fin de la Phase simplonique, plus importants, plus profonds dans les segments valaisan-valdotain et grison que sous l'Ossola-Tessin; et lors des ajustements isostatiques il s'est forcément, nécessairement créé, dans les parties intermédiaires, des diastrophismes transversaux; d'autant plus qu'à ce moment des courants \pm longitudinaux ont certainement agi dans le même sens que les causes gravifiques de dénivellation transversale et de débordement latéral; ils ont ajouté leur action à ces causes et ont imprimé d'autant plus de tendance à coucher les plis vers l'Ossola-Tessin. D'où, à l'W l'immense pli transversal d'Antronapiana, en forme d'S, et à l'E les plis couchés transversaux du San-Bernardino et du Splugen, où la part des courants \pm longitudinaux par rapport au simple ajustement isostatique a été plus grande qu'à Antronapiana.

b) Il existe dans le Mésozoïque du Splugen et du San-Bernardino des plis transversaux de l'ordre du m, qui ont été montrés par M. TRUMPY en 1968 à l'excursion de la SGF, et qui sont considérés par lui comme tardifs et caractéristiques de cette zone. Ces plis répondent au processus tectogénique envisagé ci-dessus.

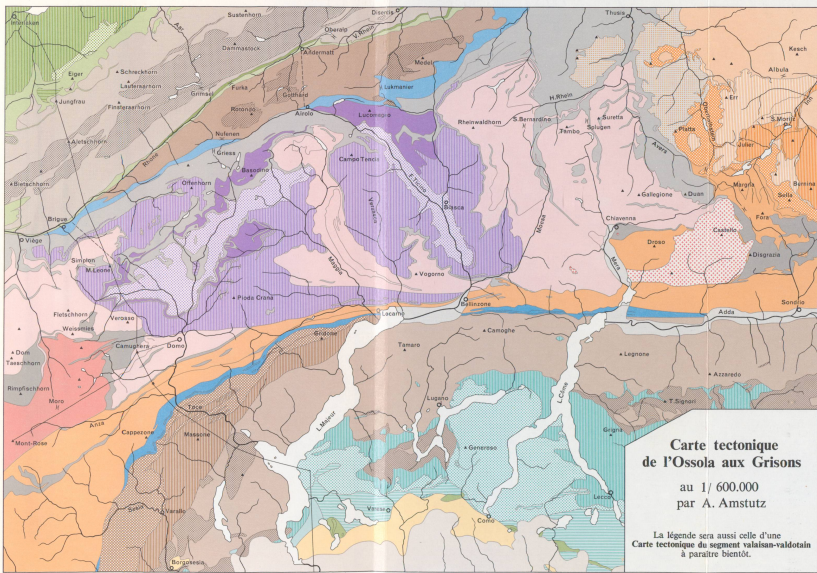
c) Sur les feuilles 100.000 Spluga et Chiavenna, des bandes mésozoïques ont des directions EW et NS, mais il n'y a pas là, entre ces directions longitudinale et transversale, les jonctions en arc faites par Staub et ses disciples (pas plus qu'il n'y a de « virgation » entre les plis longitudinaux et transversaux de l'Emilius).

Il reste à considérer ici la schistosité plongeant approx. NNE qui s'étend, à l'W de Chiavenna, sur les deux flancs de la crête séparant la Mera de la Moesa. De la Forcola au sommet dénommé Piodella, cette structure approximativement

isoclinale descend d'une part à peu près en regard des serpentines de Chiavenna, tandis que d'autre part on la retrouve au bord de la Moesa entre Cabiolo et Soazza, et on la voit continuer sur le versant occidental de la vallée. Peut-être avons-nous là, tout simplement, une schistosité de subduction analogue à celle du flanc septentrional de la C. Camughera, schistosité due au « phénomène intercalaire » qui a créé les replis Loranco et Camughera, entre les Deuxième et Troisième phases tectogènes (phase Sesia et phase simplonique). Si tel est le cas, si il y a effectivement *analogie et symétrie* entre les structures du Val Bognanco et cette zone-ci, les gneiss apparemment ondulés qui s'étendent entre les gneiss schistifiés ci-dessus et les gneiss schistifiés de la Zone Sesia à l'W du lac Mezzola, seraient les équivalents des gneiss SB Prabernardo, ondulés lors de leur écoulement dans la fosse MR. Il y aurait aussi lieu, dans ce cas, d'envisager comme EW la direction originelle de la bande gneissique Pizzacio-Piodella et d'attribuer son pendage NNE actuel à un léger basculage vers l'E concomitant des diastrophismes transversaux. Ce serait en tout cas peu raisonnable de ne pas rechercher des analogies, en même temps que des différences, entre les divers segments de la chaîne alpine, même si elles ne peuvent pas être très bien précisées pour l'instant.

Telles sont, *pour les Grisons*, les vues classiques officielles d'une part, et les vues auxquelles m'ont amené plus de vingt ans de travail dans les Alpes, d'autre part. De leur opposition adviendra probablement quelque chose de nécessaire et d'heureux pour la science, la possibilité de mieux comprendre.

PS. Pour la compréhension de l'orogénèse en général, on ne doit jamais manquer de rendre hommage au magnifique travail d'Alf. RITTMANN dans ce domaine de la science, travail d'importance primordiale, que je lui ai demandé d'exposer dans ces *Archives* en 1951. Pour les courants subcrustaux, pour la distribution des températures dans l'écorce terrestre, pour le volcanisme, les ajustements isostatiques et d'autres phénomènes qui accompagnent l'orogénèse en général, il y avait là une conception globale: « phase d'engloutissement » suivie d'une « phase de surrection » qui convenait très bien pour des montagnes simples et qui a beaucoup fait progresser la géologie, mais en une première approximation, comme cela a constamment lieu en science. Les Alpes, beaucoup plus complexes, demandaient, elles, pour être comprises, une deuxième approximation et, pour cela, quelques notions fondamentales complètement nouvelles, notamment: les inversions successives de la résultante des forces dérivant des courants subcrustaux, la distinction du « phénomène primordial » et du « phénomène complémentaire et amplificateur » lors des subductions cisailantes et écoulements, et la distinction des étirements (avec schistosité de subduction) et des compressions de part et d'autre de la surface principale du cisaillement. Elles demandaient aussi, les Alpes, non pas une conception globale, mais une chronologie tout-à-fait nouvelle, une succession de phases où tectogénèse et ajustements isostatiques sont concomitants, constamment liés et non séparés en deux périodes: engloutissement et surrection. Et dans cette chronologie il fallait surtout comprendre que les vastes et classiques recouvrements Saint-Bernard/Mont-Rose constituent les premiers grands mouvements de la chaîne alpine (et non les derniers, comme tous les traités et toutes les publications considérant cette question l'ont affirmé jusqu'à présent). La parfaite convergence qui s'est, malgré cette évolution, maintenue entre la théorie de Rittmann et ces notions nouvelles, notions comportant l'antériorité des recouvrements SB/MR (que j'ai publiée alors que je ne connaissais ni Rittmann ni ses idées), est donc d'autant plus remarquable que celles-ci sont tout-à-fait indépendantes de sa théorie, de sa conception. Partant, il n'y aurait probablement pas là une telle convergence si les raisonnements de Rittmann pour l'écorce terrestre et les courants subcrustaux n'étaient pas justes, et si les notions nouvelles que j'ai avancées n'étaient pas également justes.



Carte tectonique de l'Ossola aux Grisons
 au 1/600.000
 par A. Amstutz

La légende sera aussi celle d'une Carte tectonique du segment valaisan-valdotain à paraître bientôt.

Ortel Fissili Arts Graphiques S.A., Zurich

10 50 km • En parfait accord avec ce que l'a fait remarquer dans CR.A.C. 1957: Lors des subductions, laminage et éirement au-dessous des surfaces de cisaillement, et compressions au-dessus, soulèvement au plissement général dans les Alpes.

- Jura**
 Zone molassique peu dérangée
 Nagelthal miocène de Nafiz, etc. en complément oligocène moy. du Mt. Piém. etc.
 Tertaire subalpin = écaillé
- 7. Phase préalpine, miocène et pliocène:**
 pils et écaillés de la zone subalpine, puis plissement principal du Jura.
- Aiguilles-Rouges et Aar**
 Z. Chamoni-Urseren et autochtone
 Moledet (Tos. - Fl. 20. 36)
 Diablerets (S. 19. 17) (Tos. - Fl. 20. 36)
 Wildhorn (L. 1. 17. 17) (Tos. - Fl. 20. 36)
 Ultraalpienne
- 6. Phase helvétique, Chamoni-Urseren, oligocène:**
 subductions de Z. Aar-Aig. rouges sous Z. Gotthard-Mt. Blanc; formation des N. ultrahelvétiques d'abord, Wildhorn ensuite, puis Moledet, le dos de ces nappes s'étant formé avant leur base; entre Nendaz et Visig, coupure de surfaces Courmayeur-Airolo par la première de ces subductions cisillantes, et destruction de racines; sur le dos des Helvétides transport des N. péralpines échaillées lors de la 5^{ème} phase.
- Mont-Blanc et Gotthard**
 zones pp. se
 Z. Courmayeur-Airolo et autochtone
 Extrême (Tos. - Fl. 20. 36)
 Médiane (Tos. - Fl. 20. 36)
 Briche (P. 19. 17)
 Niesen (P. 19. 17)
- 5. Phase Courmayeur-Airolo, forcée:**
 subductions de la zone Mt. Blanc-Gotthard sous les masses penniques, SB ou simpliques; et création des nappes préalpiennes à l'état embryonnaire, dans l'ordre chronologique suivant: Niesen, Simme ou Briche, Médiane, Préalpes externes, chacune de ces nappes ayant eu son dos formé avant sa base; au-dessus de la première surface de cisaillement, compression et déformations des parties frontales des nappes simpliques, glaces lors de l'écoulement.
- Mésozoïque pennique**
 ophiolites profondément
- 3. Phase simplique, mésocrétacée:**
 quatre subductions cisillantes le complexe SB/MR, suivies d'écoulement dans la dépression longitudinale (fosse valaisanne) créée par cette série de subductions; le premier de ces cisaillements constituant le dos de la nappe Mont-Leone et coupant des surfaces de la Phase Sesia près de S. Maria-Mag. et Roveredo.
- 1. Déversements de masses SB dans la fosse MB, à la fin du Jurassique:**
 série de subductions cisillantes, suivies d'écoulement.
- 2. Déversements Sesia sur le complexe SB/MR, éocénacés, et, dans les segments valaisan-valdotain et grison, mésocrétacés:**
 subductions cisillantes restreintes dans l'Ossola-Tessin, mais très importantes dans les segments contigus et suivies d'écoulement jusqu'à la fin du Crétacé.
- Zone Sesia, Emilia, Margna, Monti-Mary, Sella et Piatta, Dent-Blanche, Err et Bernina, N. du Schams, etc.**
 autres éléments
- 4. Phase Canavese, mésocrétacée:**
 subduction Z. Ivère et sa couverture sous Z. Sesia (la Mesocène, mais rien de plus jeune)
- Ajustements isostatiques et déformations transversales, dès la fin de la phase simplique, jusqu'à la fin du Tertaire:**
 à l'W de l'Ossola-Tessin, pli transversal d'Antronaplana, par débordement latéral lors de la surrection Mt. Rose; à l'E, pli-écaillé du Spilugen et du San-Bernardino, symétriques du pli d'Antronaplana bien que très différents; entre Val Maggia et Val Verzasca, éirement longitudinal, facilitant la montée diapirique de granodiorites, et déversement dans la dépression transversale créée par l'éirement.
 Les lignes B puis B' s'ajoutent à l'Hydrographie de l'Ossola (où les vallées de Bogno, d'Antrona et de Macugnaga drainent les eaux de l'W à l'E) pour montrer qu'il y a là exactement le contraire de la culmination axiale de nappes penniques du système Argand-Staub et de ses variantes. Quant aux plis transversaux de l'Emilia, etc., ils dérivent également d'ajustements isostatiques et débordement latéral.
- Mésoz. sudalpin**
 trias
 jurassique
 crétacé
 Eocène
 Oligocène-pliocène
- 5-6. Plissements à diverses reprises, dès la fin du Crétacé.**
- Intrusions granitiques et dioritiques alpines**
 (Il n'y en a pas entre Bellinzona et le lac de Côme)

Évolution du segment Ossola-Tessin, jusqu'à 10 km de profondeur,
au 1/1.200.000, par A. Amstutz



État actuel



Septième phase tectogène, périalpins, miocène et pliocène.



Sixième phase tectogène, Chamonix-Uveron, oligocène.



Cinquième phase tectogène, Courmayeur-Airolo, éocène.



Quatrième phase tectogène, Canaves, néocétacés.



Troisième phase tectogène, simplonique, mésoéocène.



Subductions intercalaires: replis Canaglia et Loranico.



Deuxième phase tectogène, éocétacés: subductions Sesia.



Première phase tectogène, fin jurassique: déversements SB dans fosse MR.



Phase géosynclinal au Mésojurassique.



Phase géosynclinal au début du Tertiaire.

200 km

Les phases tectogènes sont figurées à leur état final.
L'orange clair indique l'arc tectonique, l'orange foncé le zone de subduction et la zone d'arc tectonique.
Le vert clair représente l'arc tectonique, l'orange foncé le zone de subduction, l'orange clair le zone d'arc tectonique.