

# **ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ**

- В античное время существовали свои теории, но первое более или менее научное объяснение связывают с именами М.В. Ломоносова и шотландца Дж. Хаттона.
- Они полагали, что поднятия образуются в результате подъема магмы и процессов вулканизма, в том числе с поднимающейся магмой связано и появление складчатых дислокаций.

- *Гипотеза контракции* была предложена в 1852 г. французом Э. Де Бомоном.
- Основана на предположении о медленном остывании Земли, сопровождающимся уменьшением объема.
- В процессе остывания формируется твердая оболочка – земная кора, которая дробится, коробится, сминается.

- *Гипотеза расширяющейся Земли*
- была сформулирована в конце 19 века М. Ридом.
- Согласно этой гипотезе, происходило постепенное снижение средней плотности вещества Земли с 9 до 5,5 г/см<sup>3</sup>, что привело к ее расширению, которое сопровождалось разрывами коры и образованием континентов и океанов.

- *Пульсационная гипотеза* (В. Бухер).
- Согласно этой гипотезе Земля пульсирует, испытывая то сжатие, то расширение.
- При расширении преобладают вертикальные движения, образуются разрывы коры, формируются геосинклинали, проявляется магматизм.
- При сжатии происходит образование складчатых систем, формируется континентальная кора, магматизм затухает.
- Эта гипотеза впервые объясняла причины деформаций сжатия и растяжения.

- *Гипотеза мобилизма* (гипотеза дрейфа материков) – создана немецким геофизиком А. Вегенером в 1912 г.
- Допускается возможность горизонтального перемещения материков.
- По мнению А. Вегенера, в мезозое все материки были соединены в один суперконтинент Пангею.
- Он начал раскалываться в юре с образованием современных материков. В результате расхождения континентов между ними образовались океаны.

- *Геосинклинальная гипотеза* (Дж. Холл, Д. Дэна).
- Горно-складчатые структуры возникли на месте прогибов, ранее выполнявшихся разнообразными морскими отложениями.
- За прошедшее столетие учение о геосинклиналях сформировалось в стройную концепцию, но страдало одним существенным недостатком: оно не давало геодинамической интерпретации наблюдаемых конкретных закономерностей развития отдельных геосинклиналей.

- Смысл геосинклинальной идеи: в условиях тектонического растяжения в земной коре образуется прогиб.
- Процесс сопровождается подводными вулканическими излияниями, накоплением глубоководных терригенных и кремнистых отложений.
- Затем возникают поднятия, структура прогиба усложняется за счет размыва поднятий. Распределение фаций становится более сложным.

- В дальнейшем поднятия разрастаются, происходит инверсия прогибов, внедряются гранитные интрузивы и все отложения сминаются в складки. На месте геосинклинали возникает горное поднятие.
- Впоследствии горно-складчатое сооружение размывается и ороген превращается в пенепленизированную равнину.

- *эвгеосинклинали и миогеосинклинали.*  
Эвгеосинклинали ("полная, настоящая геосинклинали") – внутренняя зона подвижного пояса с мощным вулканизмом, наличием ультраосновных пород; интенсивной складчатостью и метаморфизмом.

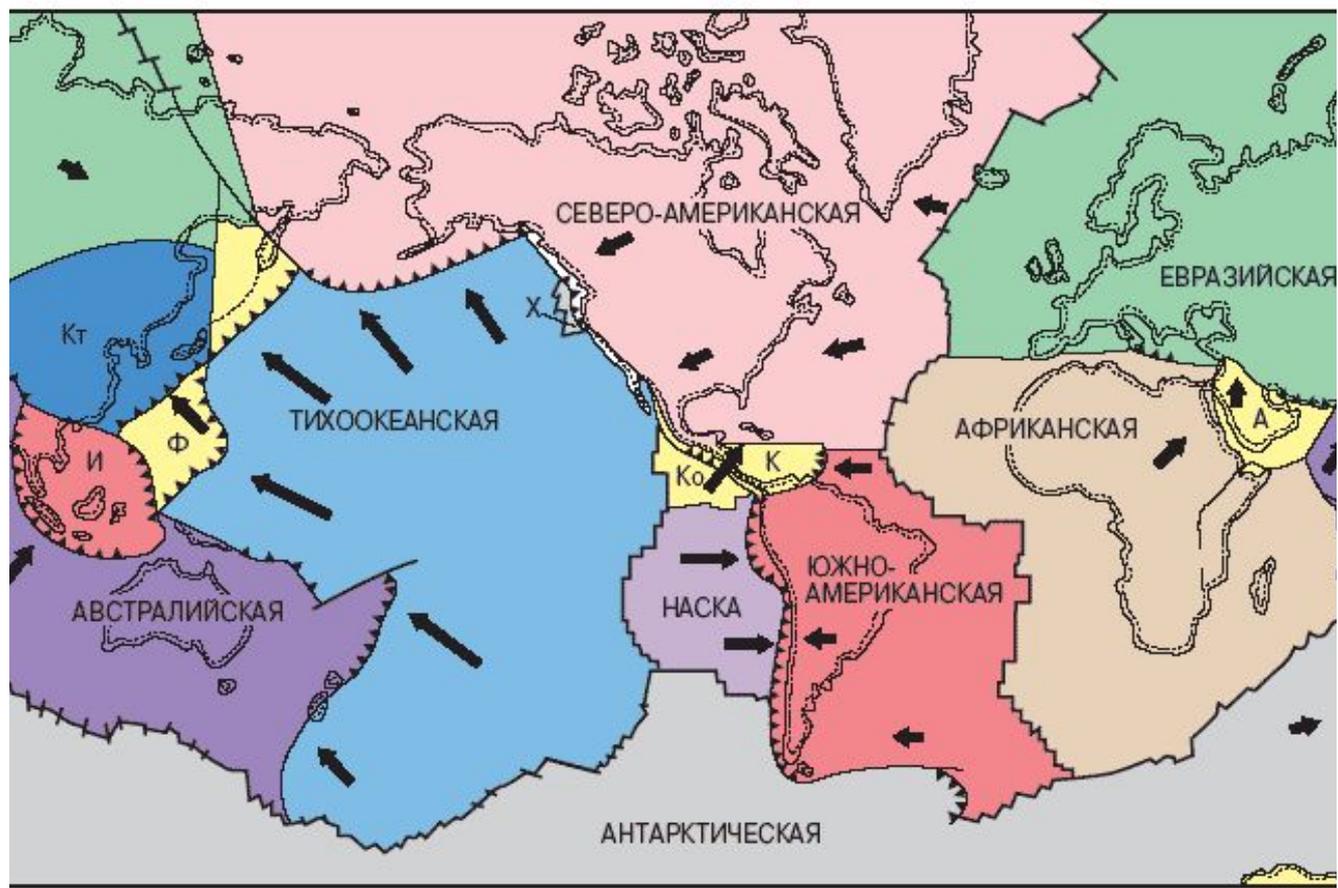
- Миогеосинклиналь контактировала с платформой, закладывалась на коре континентального типа, отложения в ней были слабее метаморфизованы, вулканизм был развит слабо или совсем отсутствовал, а складчатость наступала позднее.

- *Гипотеза фиксизма*. (В.В. Белоусов, 1942 г., Р.В. ван Беммелен)
- Основана на представлениях о существовании только вертикальных движений, механизм которых связан с дифференциацией вещества мантии.
- В нижней мантии вещество плавится и в виде огромных перевернутых капель – астенолитов – поднимается к подошве литосферы и в случае ее проницаемости частично изливается на поверхности Земли в виде базальтов.

- Утяжеленная земная кора при этом прогибается, возникают геосинклинальные прогибы.
- Затем литосфера остывает, проницаемость ее уменьшается, а астенолиты, не находя выхода на поверхность, вызывают вертикальные перемещения отдельных блоков литосферы, что приводит к образованию орогенов.

# ***тектоника литосферных плит***

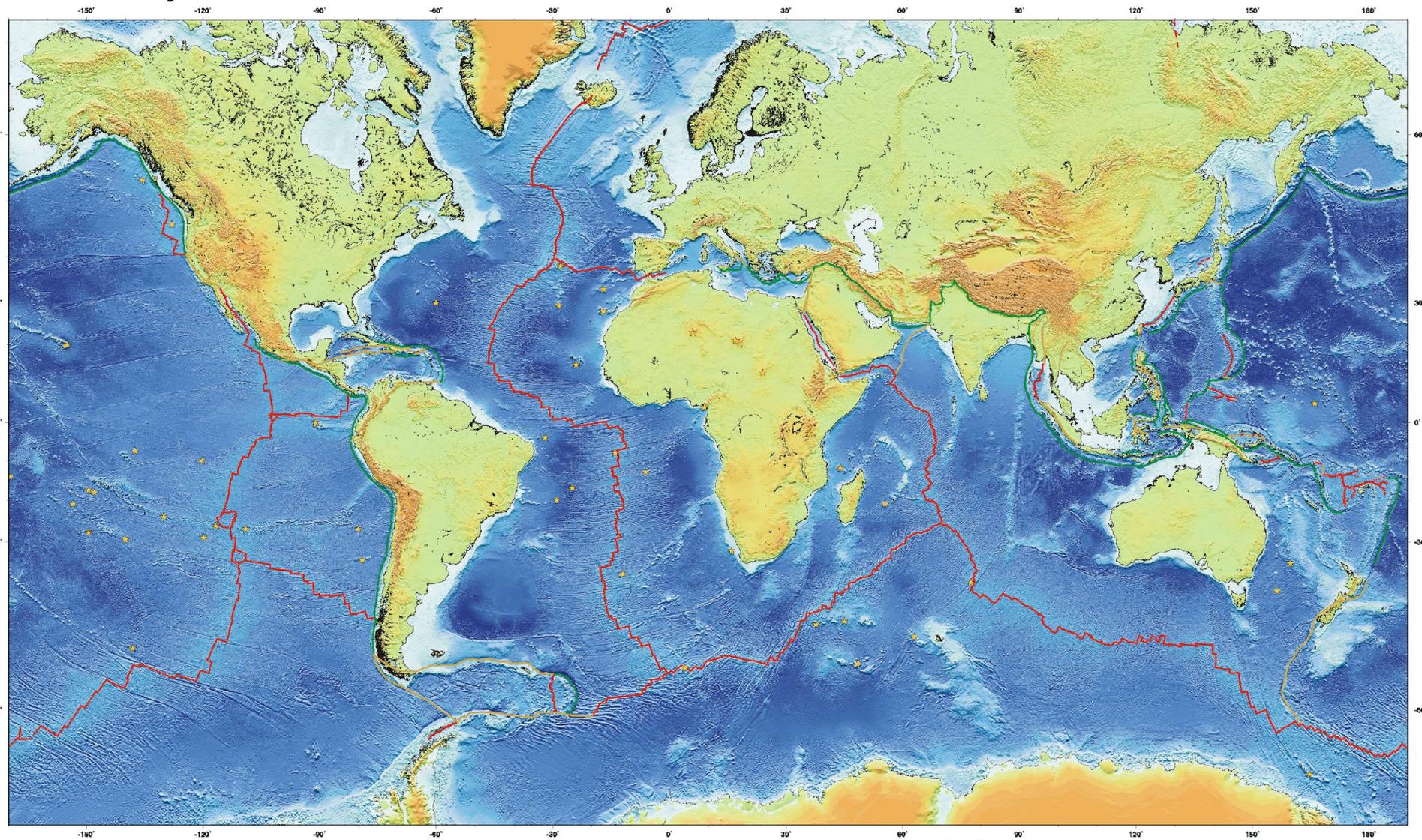
- Суть теории заключается в выделении крупных литосферных плит, границы которых маркируются современными поясами сейсмичности.



*Литосферные плиты Земли (7 крупных и ряд относительно небольших плит).*

*3 — трансформные разломы и прочие границы, 4 — векторы „абсолютных“ движений литосферных плит*

## Present-Day Plate Boundaries

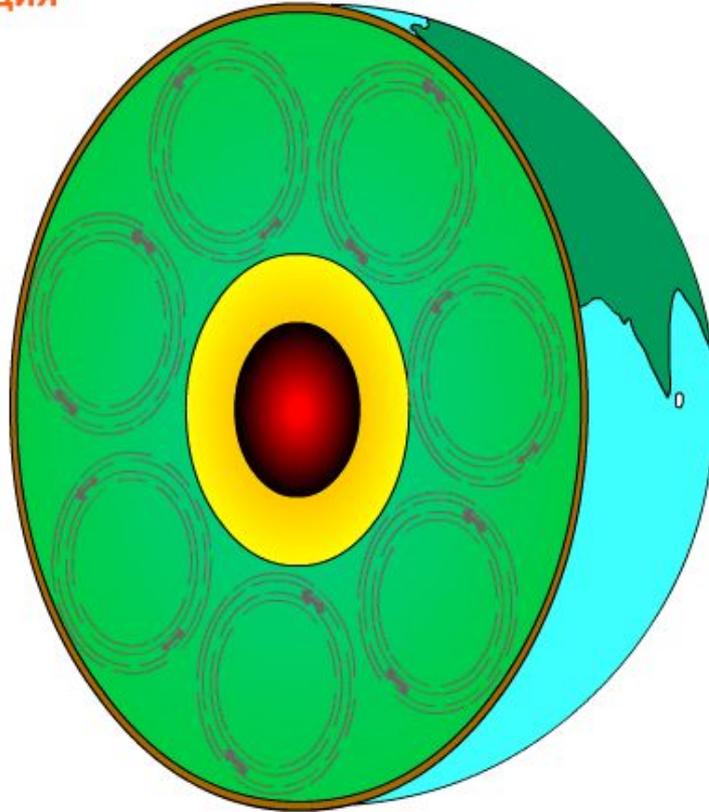


плиты объединяют континенты и прилегающие участки океанов.

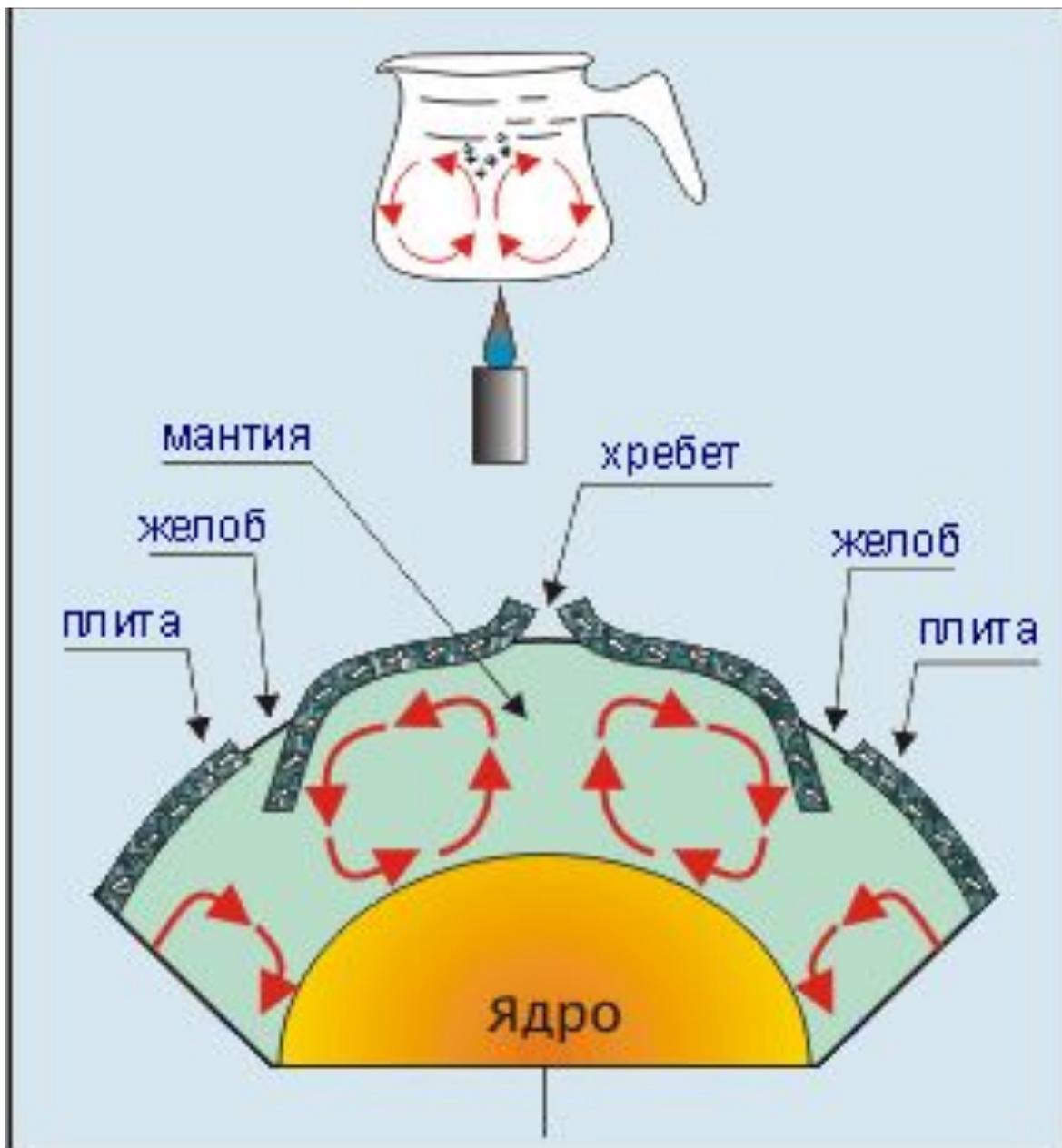
Лишь некоторые плиты, и прежде всего Тихоокеанская,

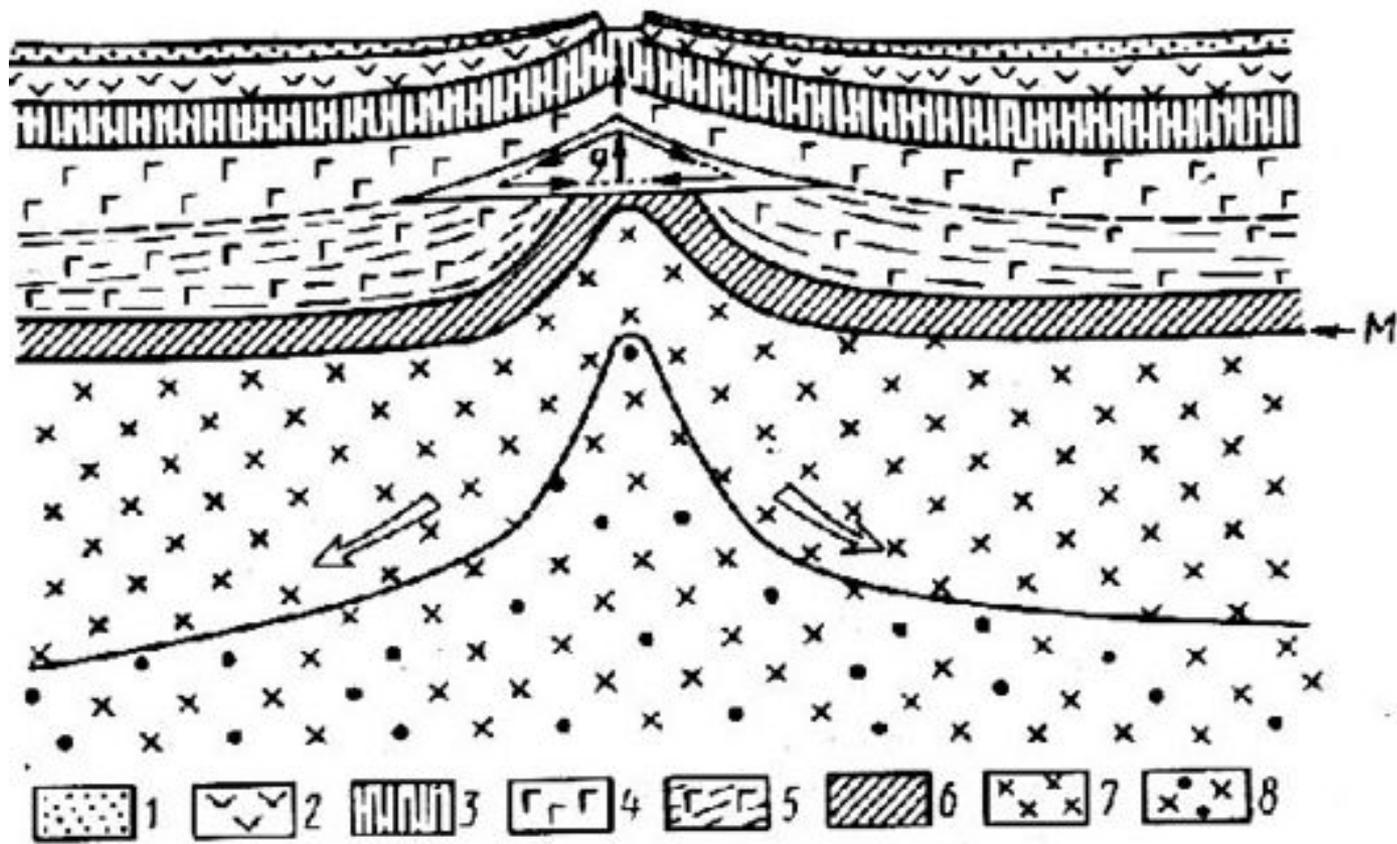
- Причина такого объединения – они в настоящее время движутся как одно целое. В современной структуре литосферы различают семь больших и по крайней мере 6 малых плит. Но в геологическом прошлом ситуация была иной.

## Мантийная конвекция



При этом предполагается, что плиты взаимодействуют, перемещаются и вращаются под воздействием тепловых конвективных потоков.





*M* - граница Мохоровичича

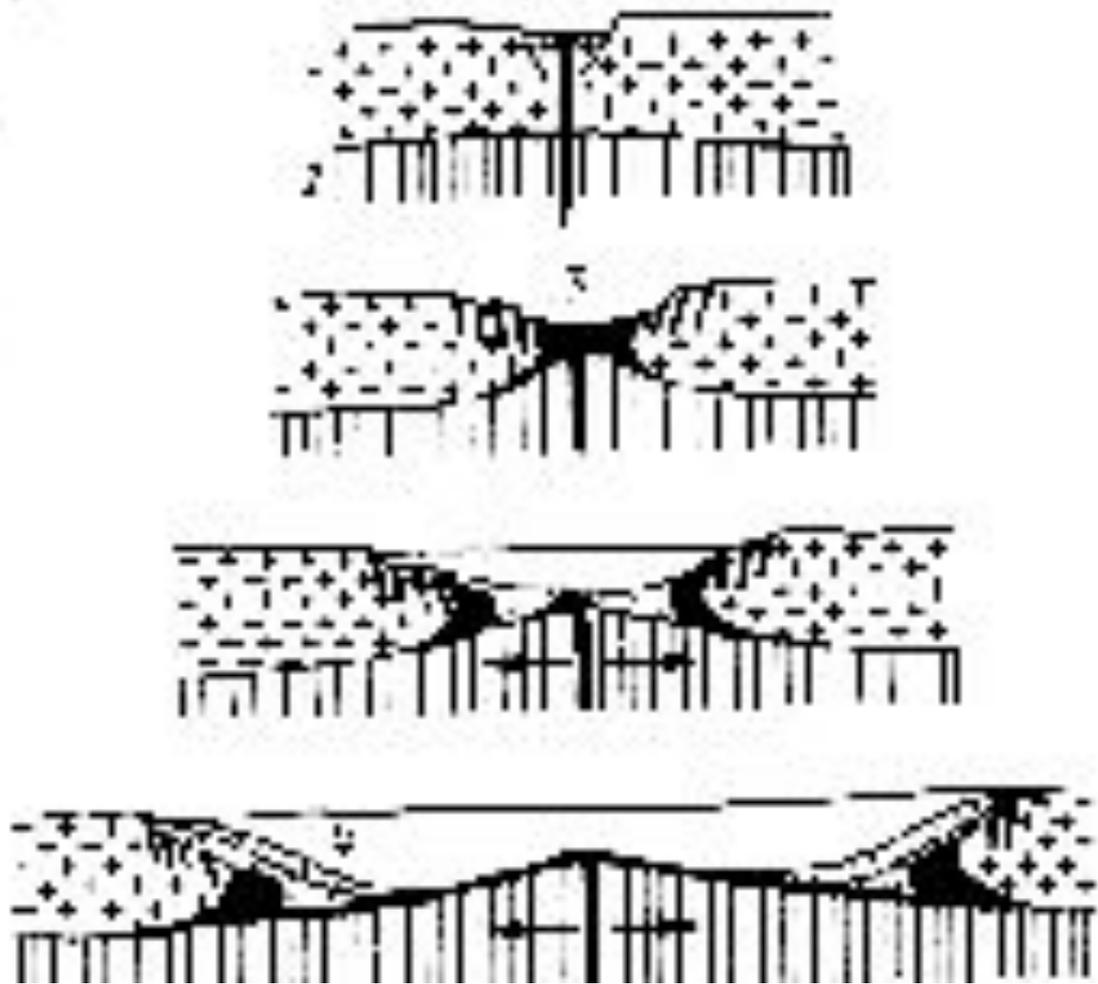
В океанах происходит наращивание, расширение океанской коры путем ее новообразования в рифтовых зонах срединно-океанских хребтов



Поскольку радиус Земли существенно не меняется, новообразованная кора должна поглощаться и уходить под континентальную, т.е. происходит ее *субдукция* (погружение).

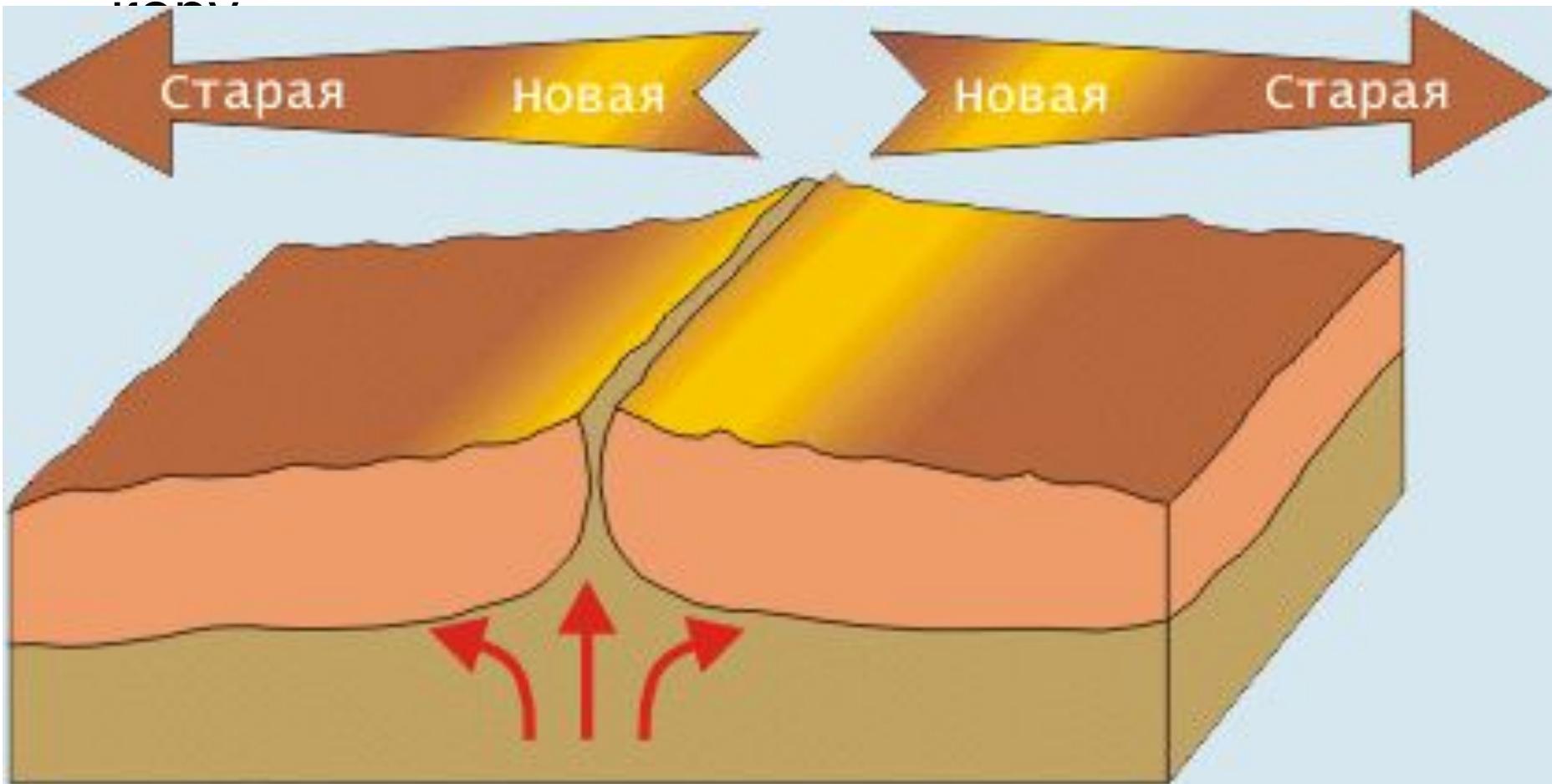
- Эти районы отмечены мощной вулканической деятельностью, сейсмичностью, наличием островных дуг, окраинных морей, глубоководных желобов
- Все эти процессы происходят на *активной континентальной окраине*

Части континентов,  
составляющие с  
океаном единую  
литосферную  
плиту, как,  
например, в  
Атлантике,  
называются  
*пассивными  
континентальны  
ми окраинами*



- Выделяют **три типа границ плит**: дивергентные (конструктивные), конвергентные (деструктивные) и трансформные.

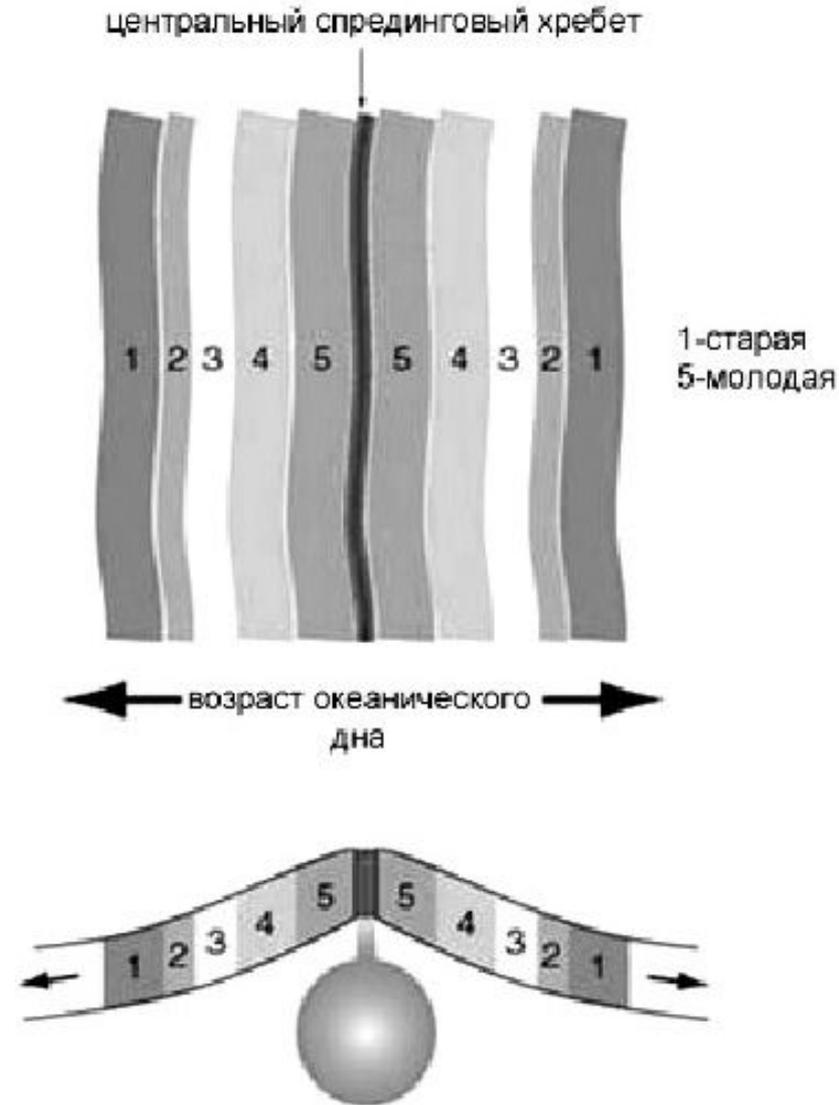
- *Дивергентные* границы проходят по осям спрединга (раздвижения СОХ), продуцирующих базальтовую океаническую кору.



- Разрастание морского дна, как правило, более или менее симметрично относительно хребта. Однако в некоторых случаях большая часть материала добавляется к какой-либо одной плите, и спрединг становится асимметричным.
- Скорость спрединга меняется от 1-2 до 18 см/год, в соответствии с чем среди хребтов выделяются хребты с низкоскоростным спредингом (до 4 см/год) и высокоскоростные (более 4 см/год).

Вследствие периодической инверсии магнитного поля Земли на новообразованной коре возникают полосовые магнитные аномалии параллельные срединно-океаническим хребтам.

Каждая такая полоса соответствует определенному возрастному интервалу и, следовательно, можно определить возраст участков океанического

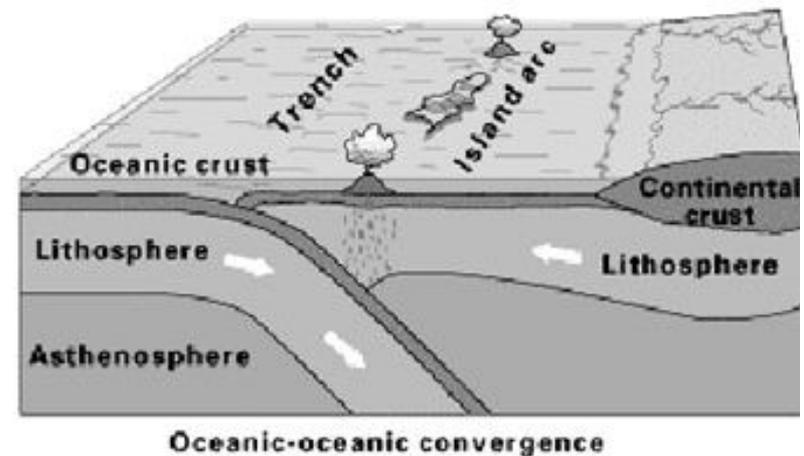
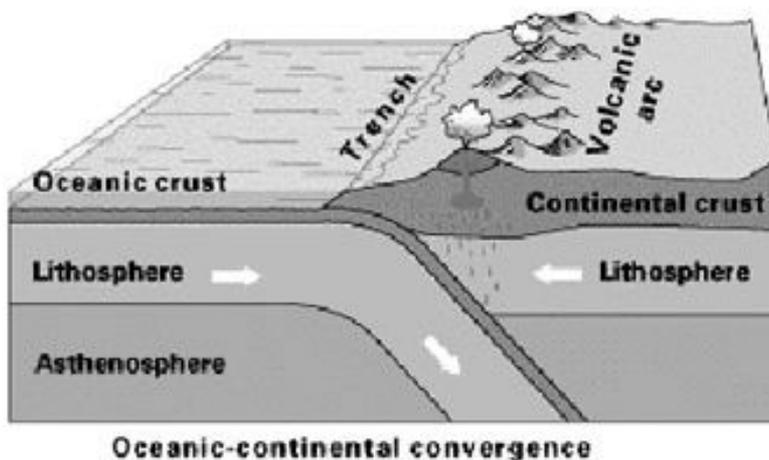
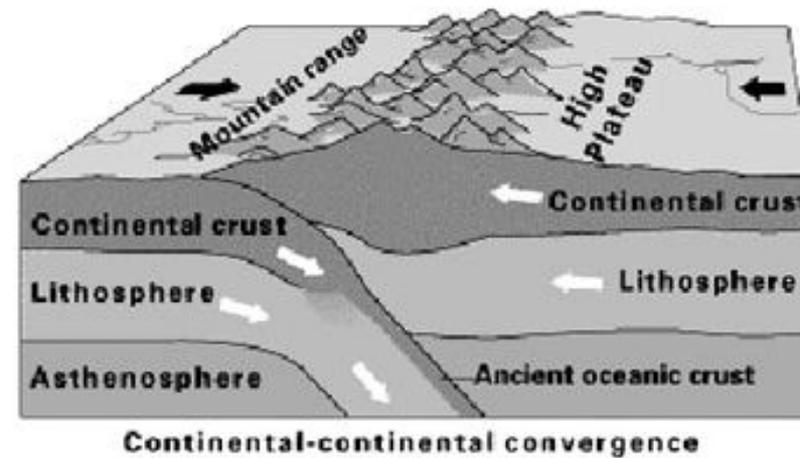


- Дивергентные границы отмечаются и на континентальной литосфере.
- Процесс раскола плит здесь связан с формированием континентальных рифтов (Байкальский, Восточно-Африканские) и часто предшествует формированию океанов.

- На *Конвергентных* границах наблюдается встречное движение литосферных плит и происходит или их *субдукция*, когда океаническая плита как более тяжелая уходит под континентальную, или *коллизия* (столкновение) двух континентальных плит.

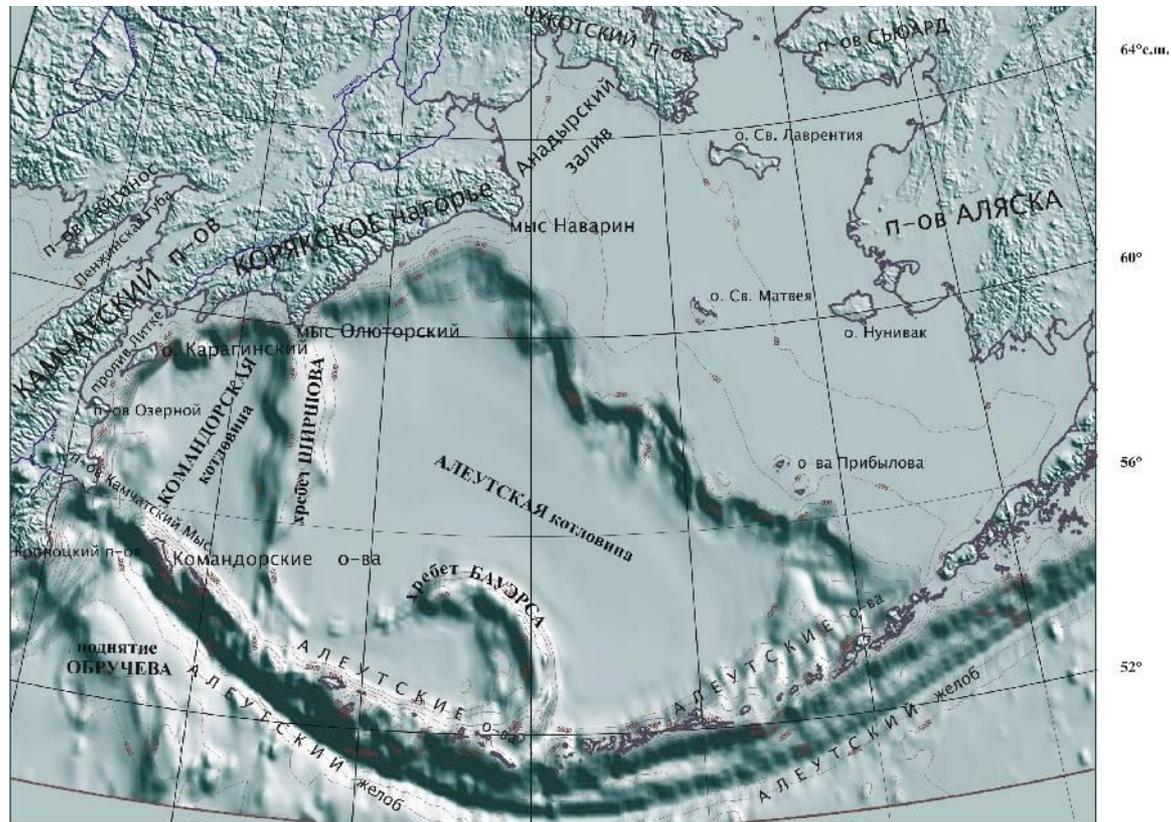
# Существует три основных типа субдукции

- Океаническая плита -  
Континент
- Океаническая плита -  
Океаническая плита -
- Континент-Континент,



- Субдукция возможна только для океанической плиты. Утолщенные участки этой плиты (старые островные дуги, микроконтиненты) обычно приводят к заклиниванию и остановке субдукции.
- В ходе субдукции вдоль границы плит появляется глубоководный желоб, а на краю той плиты, которая не погружается, возникает островная дуга.





1 : 6 500 000

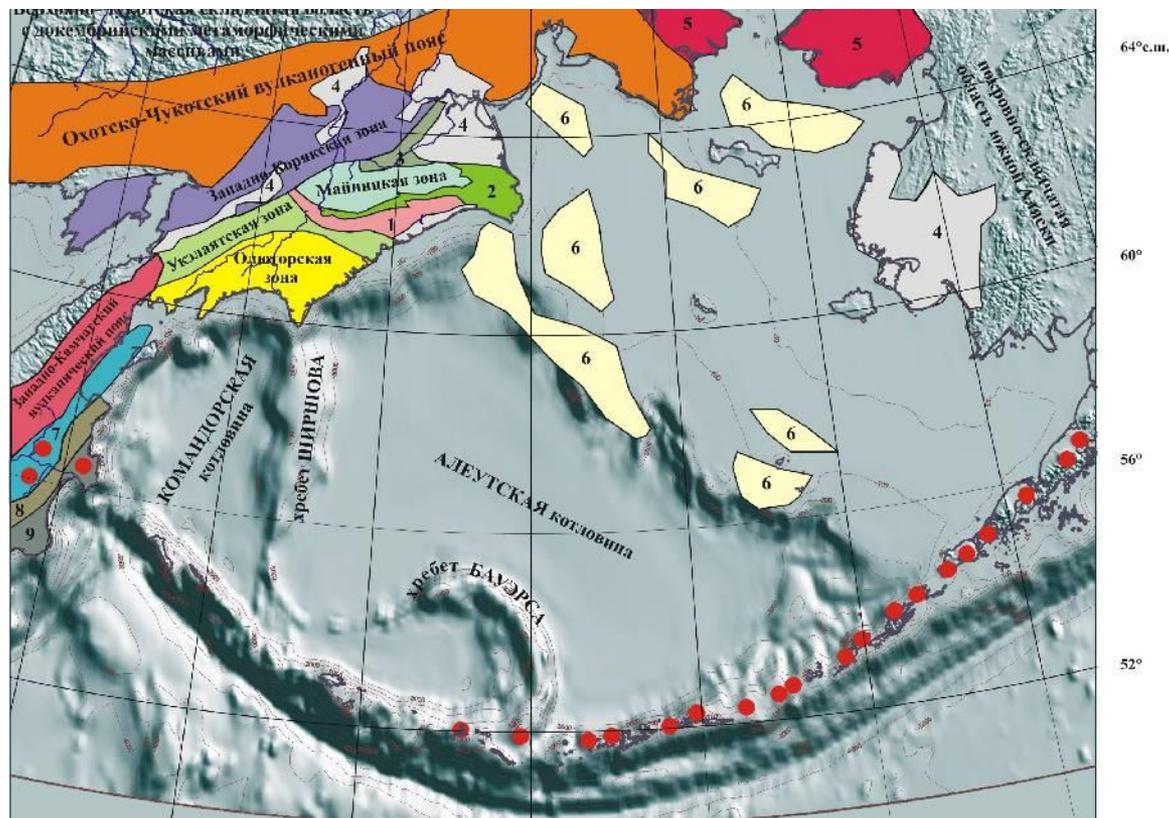
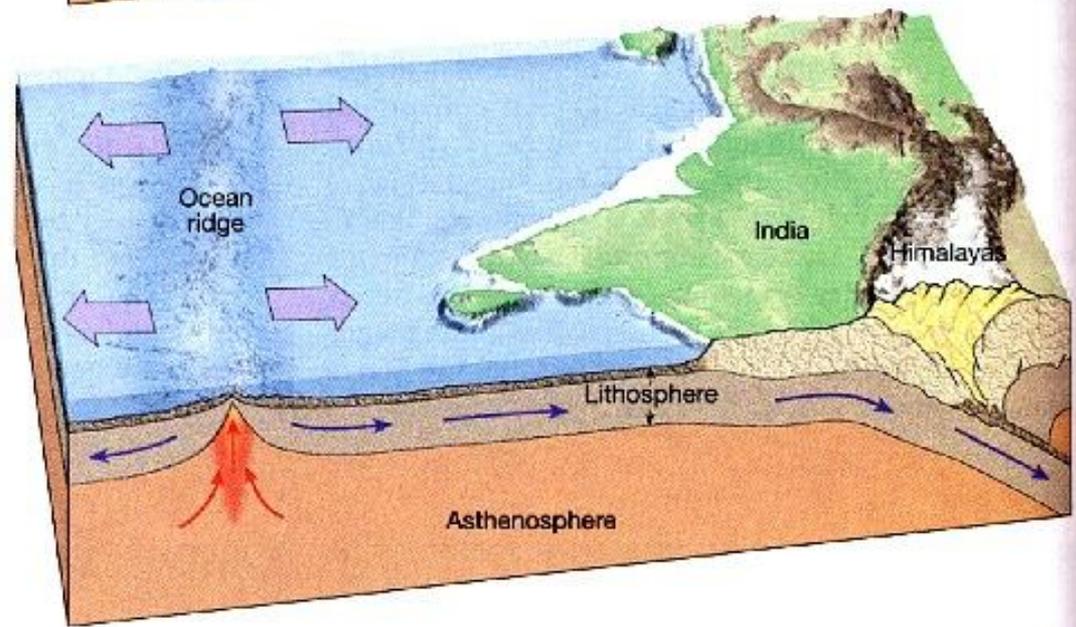
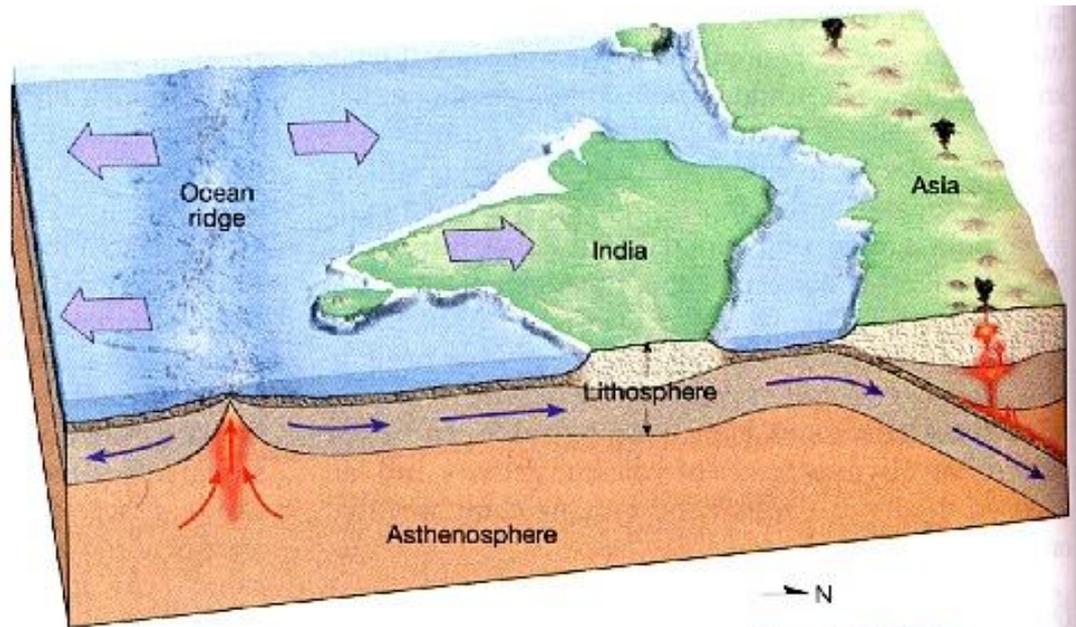


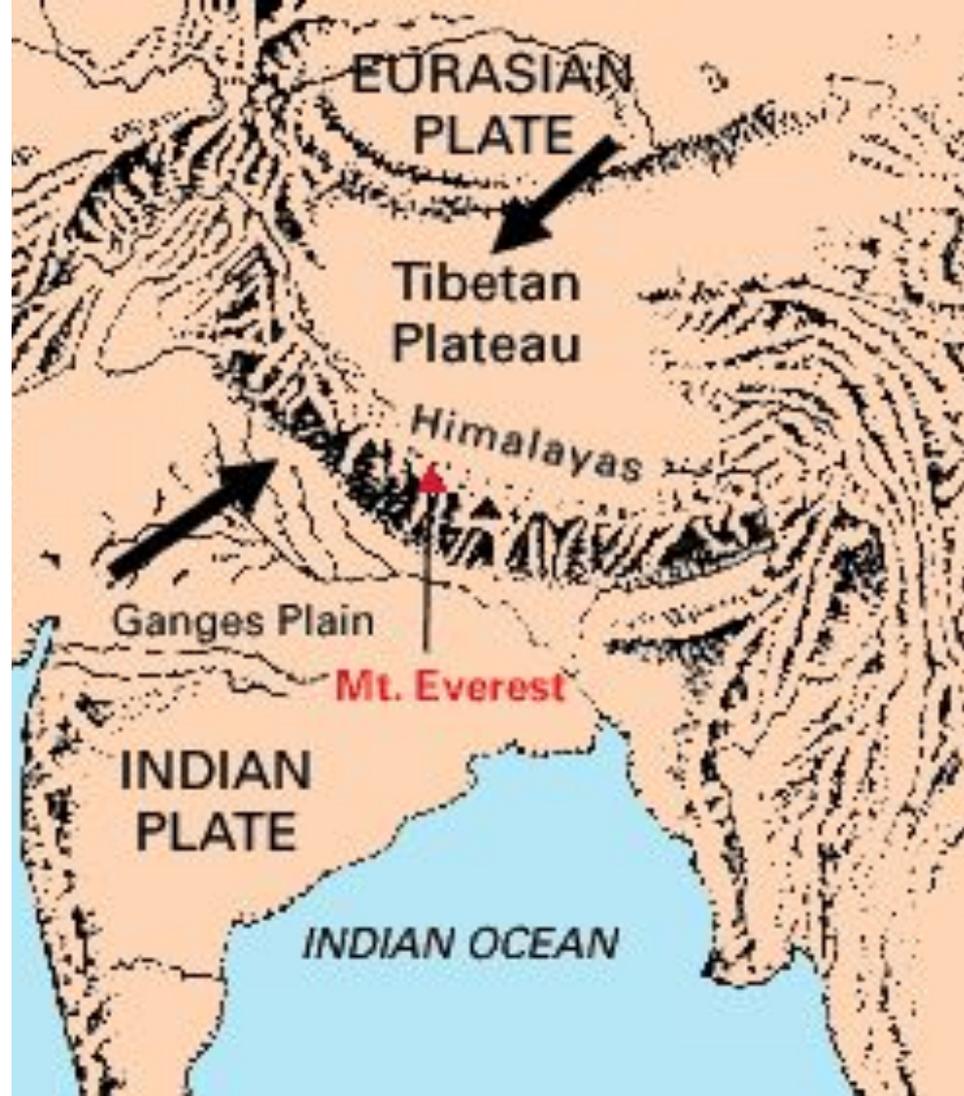
Схема расположения основных элементов структуры Берингова моря и его обрамления. Красные точки - действующие вулканы. 1 - 3 - зоны: 1 - эконайская, 2 - алькатваамская, 3 - великореченская; 4 - наложенные кайнозойские впадины; 5 - Чукотский массив; 6 - основные депоцентры осадконакопления; 7 - Центрально-Камчатская депрессия и прогиб Литке; 8 - 9 зоны: Восточных хребтов Камчатки (Кумроч, Тумрок и Валагинский), 9 - Восточных полуостровов (Озерной, Камчатский Мыс, Кроноцкий) Камчатки, по: (Геология и полезные ископаемые... , 2002, Соколов, <http://ginras.ru> Схема расположения основных элементов структуры Берингова моря и его обрамления. Красные точки - действующие вулканы. 1 - 3 - зоны: 1 - эконайская, 2 - алькатваамская, 3 - великореченская; 4 - наложенные кайнозойские впадины; 5 - Чукотский массив; 6 - основные депоцентры осадконакопления; 7 - Центрально-Камчатская депрессия

- В зоне субдукции происходит интенсивное складкообразование и дробление пород.
- Некоторые фрагменты океанической коры сдираются, скучиваются и образуют так называемую аккреционную призму.
- При погружении часть пород плавится, расплав (магма) поднимается вверх, образуются вулканы, формируется вулканическая дуга, а также небольшие интрузии.

- Столкновение двух континентальных плит называется континентальной коллизией.
- Сближение плит после столкновения могут до какой-то степени продолжаться за счет деформации пограничных участков обеих континентальных плит.
- Предполагается, что *орогенные пояса* соответствуют зонам былой коллизии.

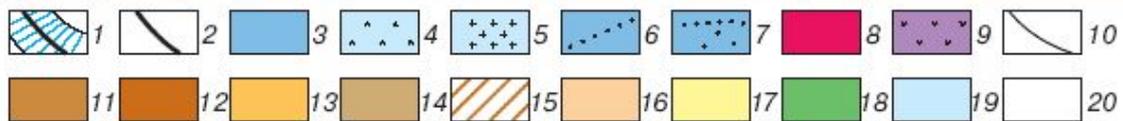
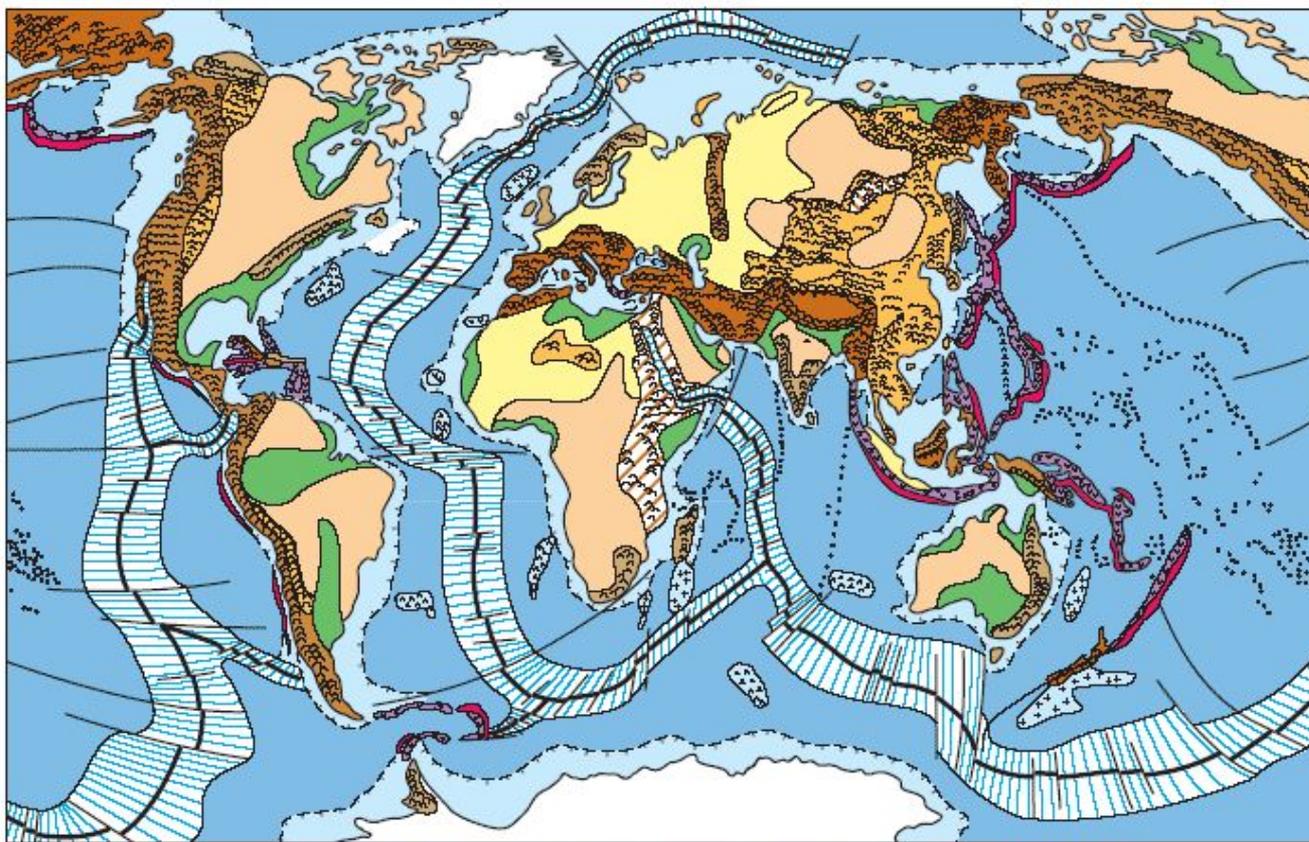
Столкновение  
Индии и Евразии,  
в результате  
которого возникли  
горные районы  
Гималаев и  
Тибета



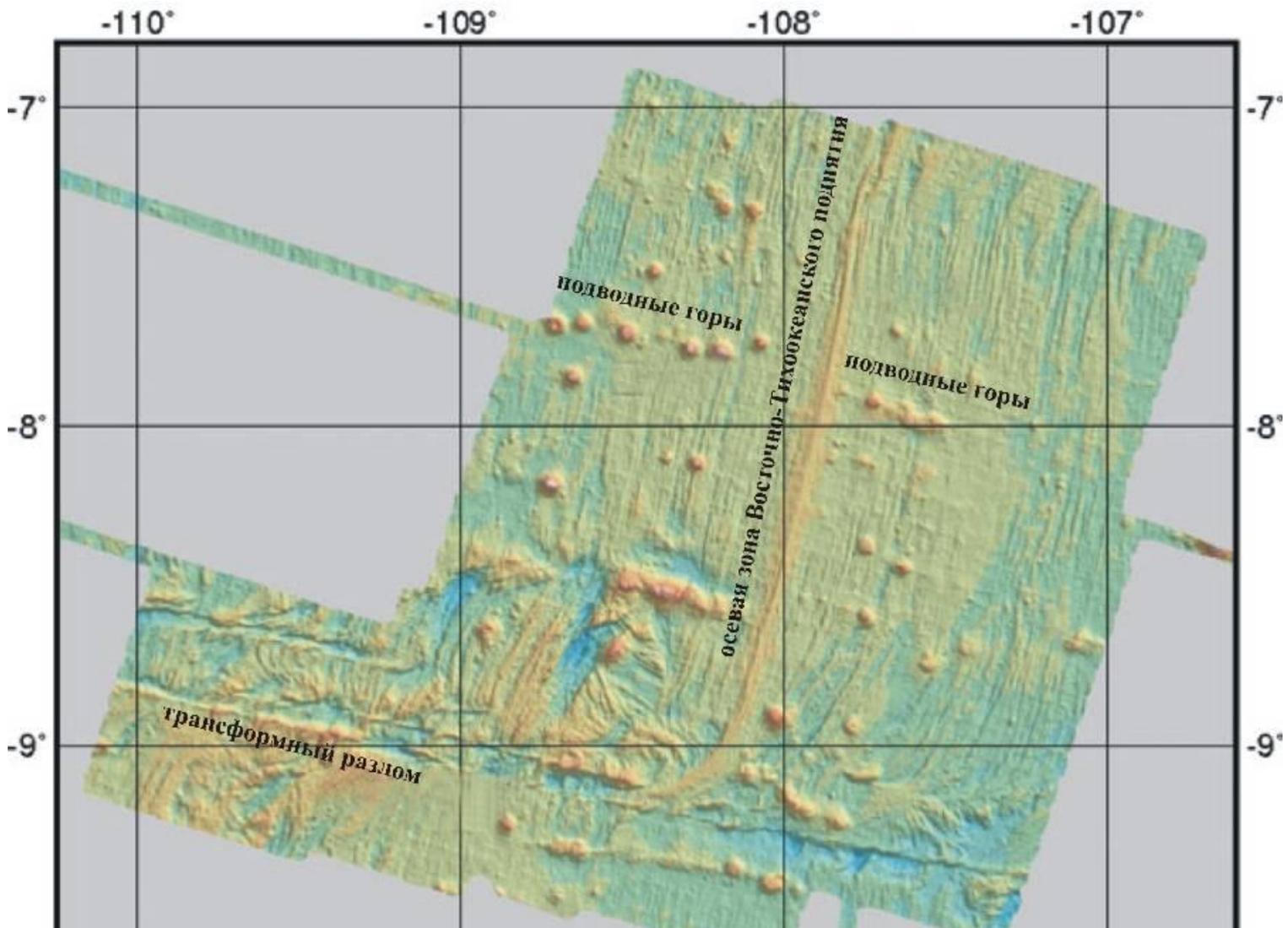


- *Трансформные* границы – это границы, вдоль которых литосферные плиты скользят относительно друг друга.
- Конвекционные течения воздействуют на плиты неравномерно, кроме того разные части плит имеют различную прочность.
- Отсюда при движении плиты нередко раскалываются на блоки сдвигающиеся друг относительно друга под углом к зоне спрединга.

- трансформные разломы распространены в океанах, но есть и на континентах



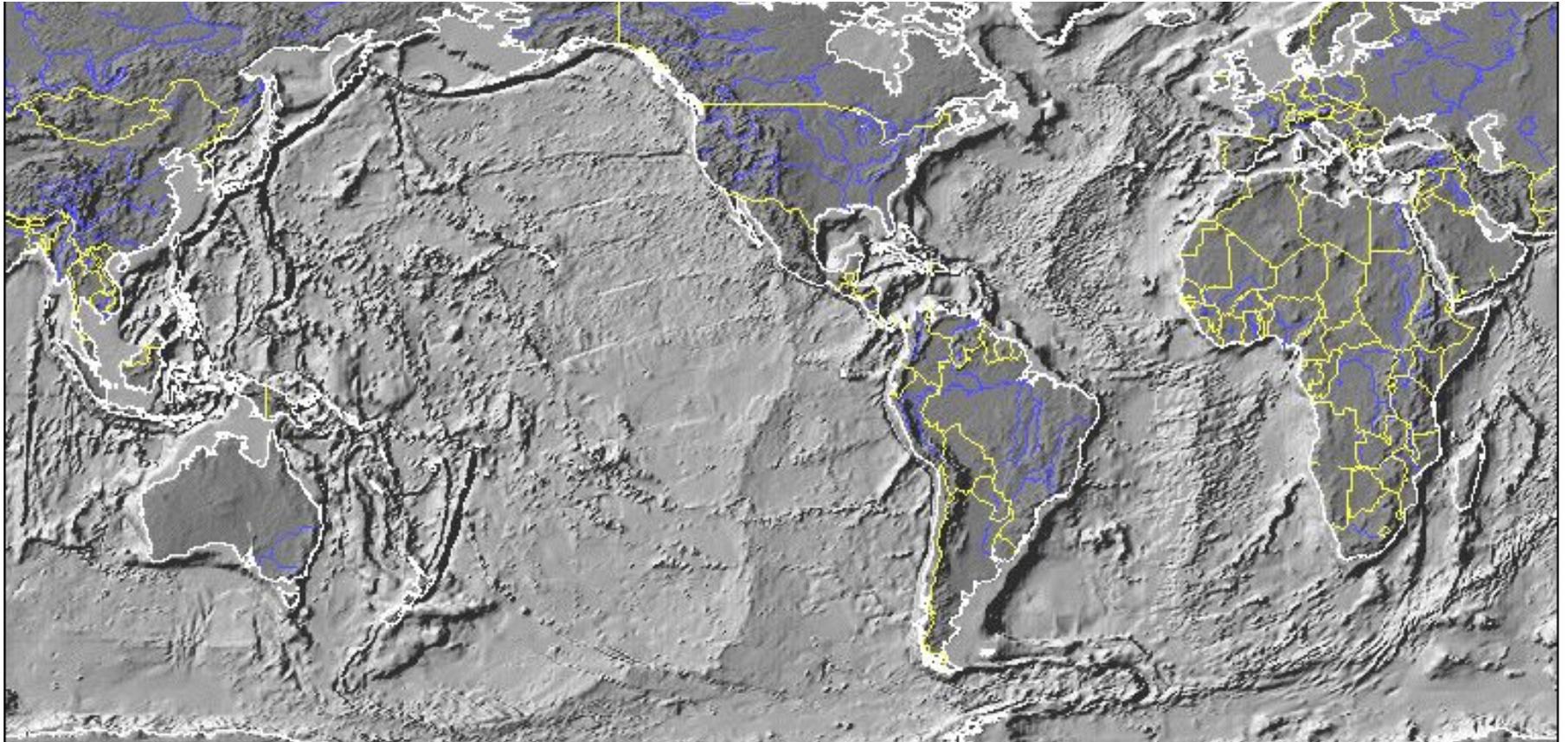
В океанах трансформные разломы, рассекают СОХ.



Подводные горы на быстрораспрединговом хребте - Восточно-Тихоокеанское поднятие. Шкала, м, по: <http://www.rses.anu.edu.au/~uli/Teaching/>



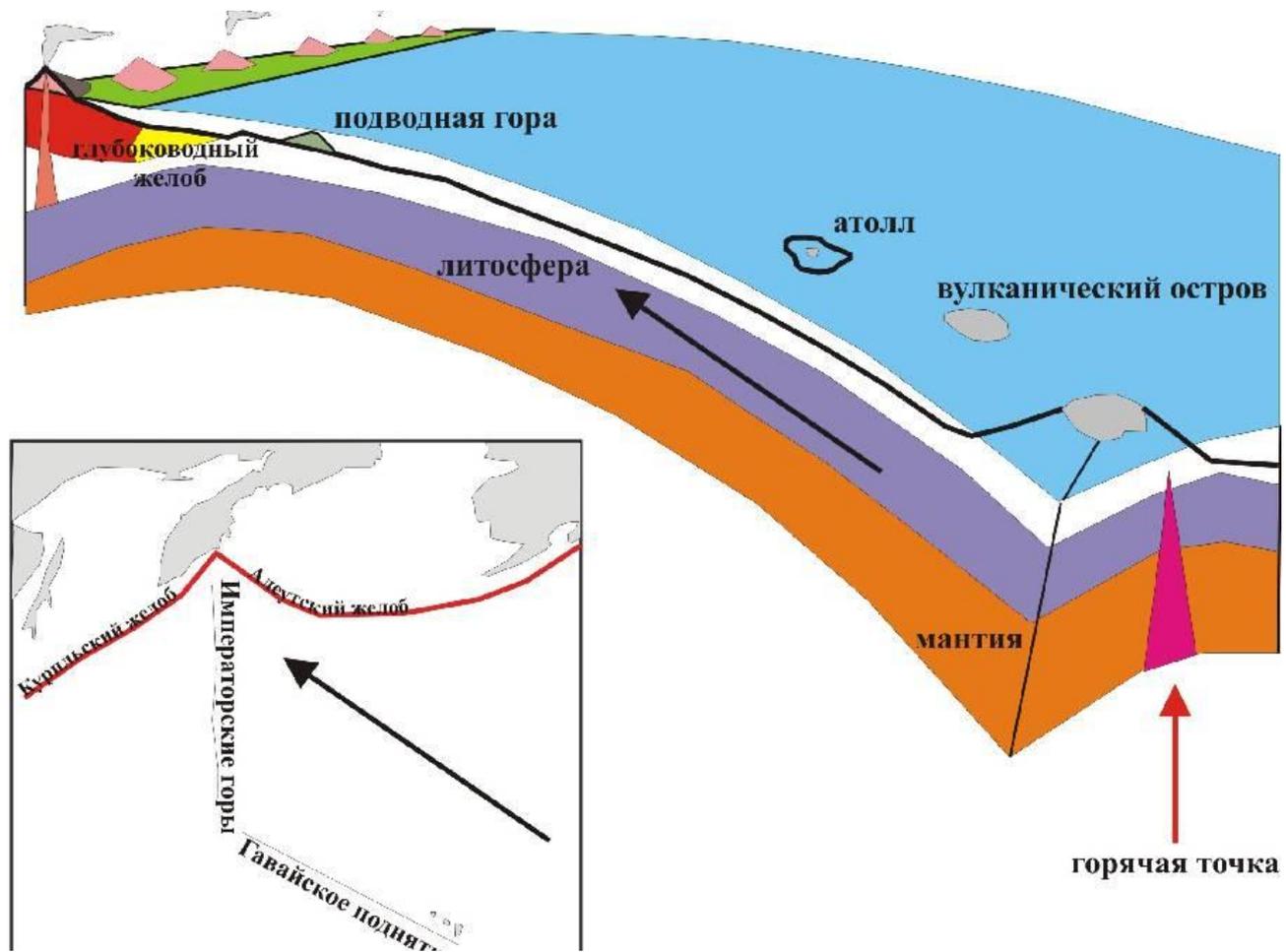
На континентах трансформные разломы также представлены сдвигами. Например, разлом Сан-Андреас в Калифорнии, длиной в 1300 км



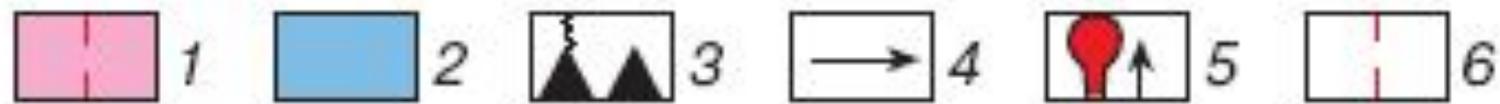
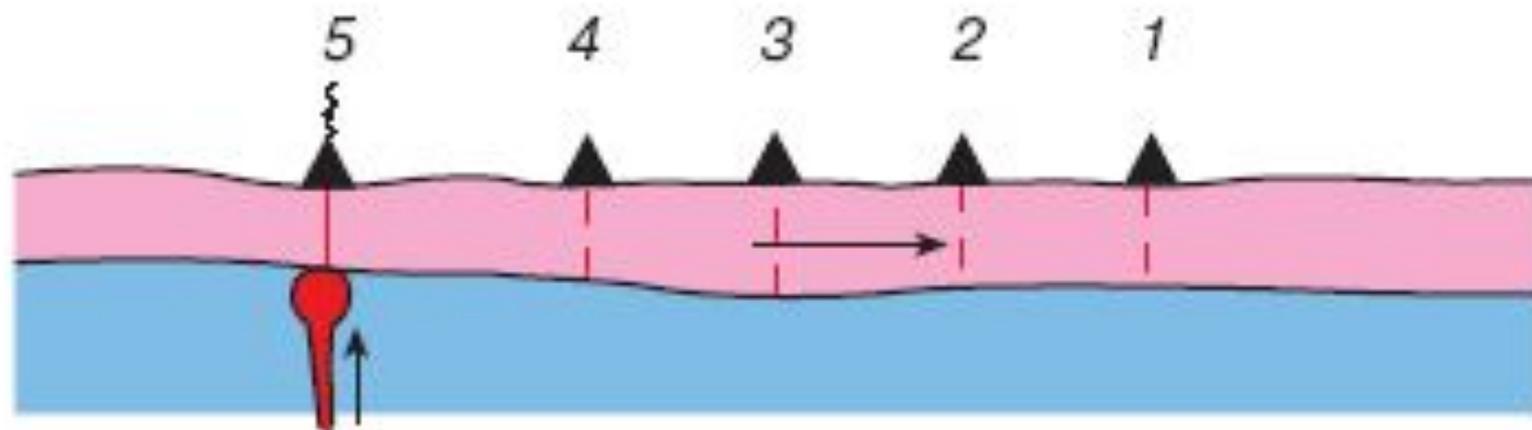
Морфологически трансформные разломы выражены глубокими ущельями с крутыми склонами и прослеживаются на тысячи километров.

# мантийные плюмы

- В последние годы к основной парадигме современной теоретической геологии добавляются представления о **мантийных плюмах**.
- Плюмы (восходящие потоки мантийного вещества), могут зарождаться на разных уровнях мантии и, поднимаясь в область меньших давлений, превращаются в жидкую базальтовую магму.

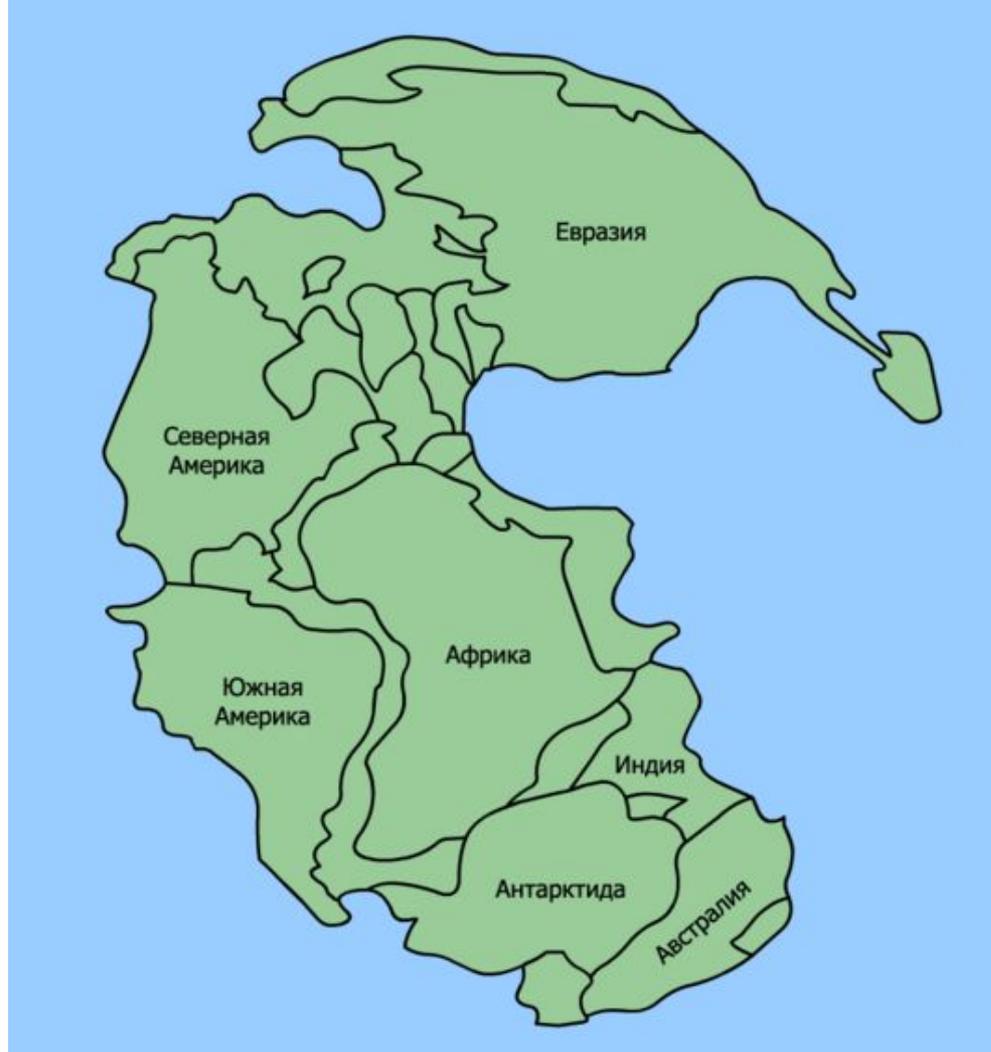


Принципиальная модель горячей точки (упрощено). Черные стрелки - направление движения Тихоокеанской плиты,

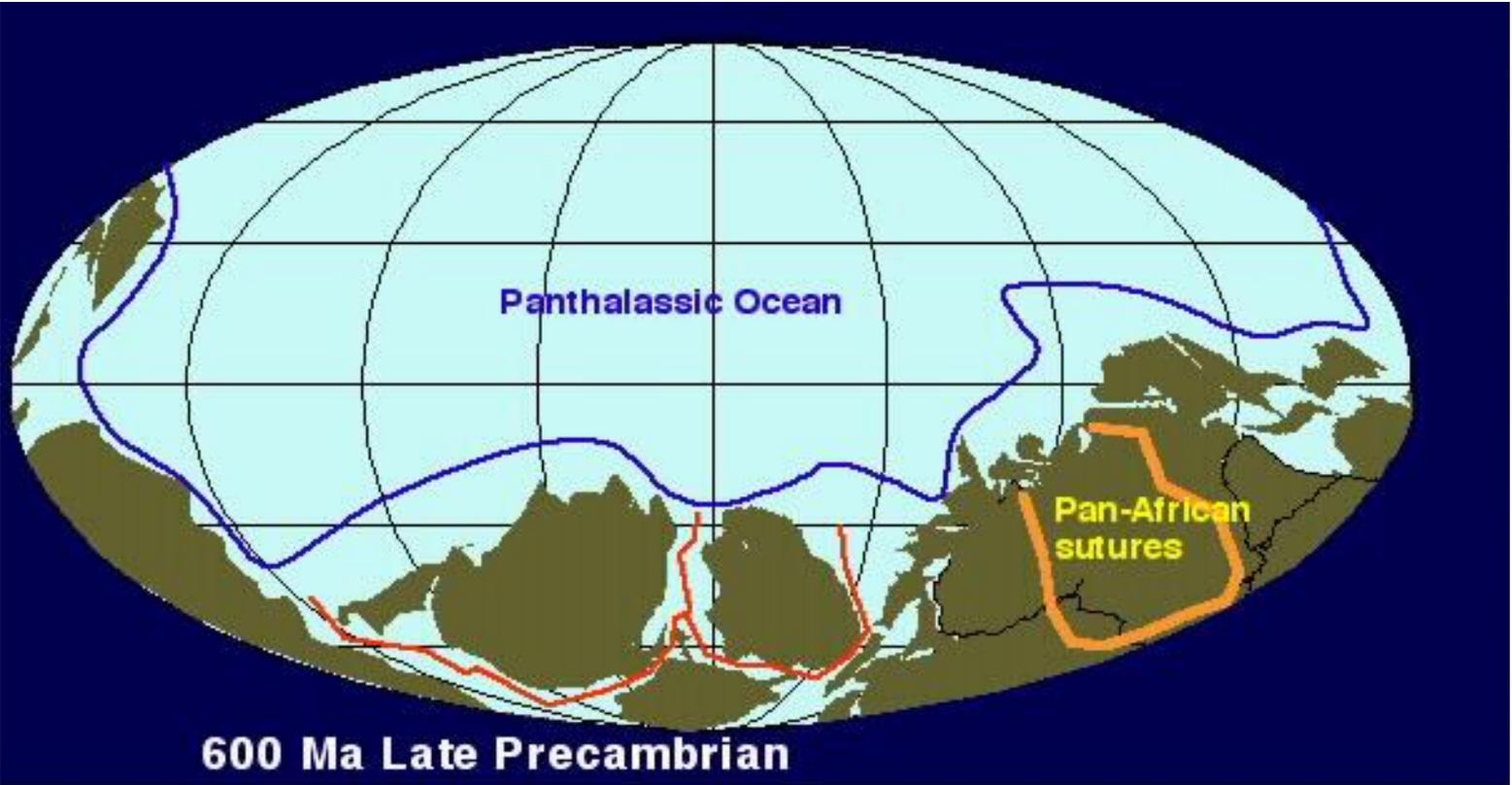


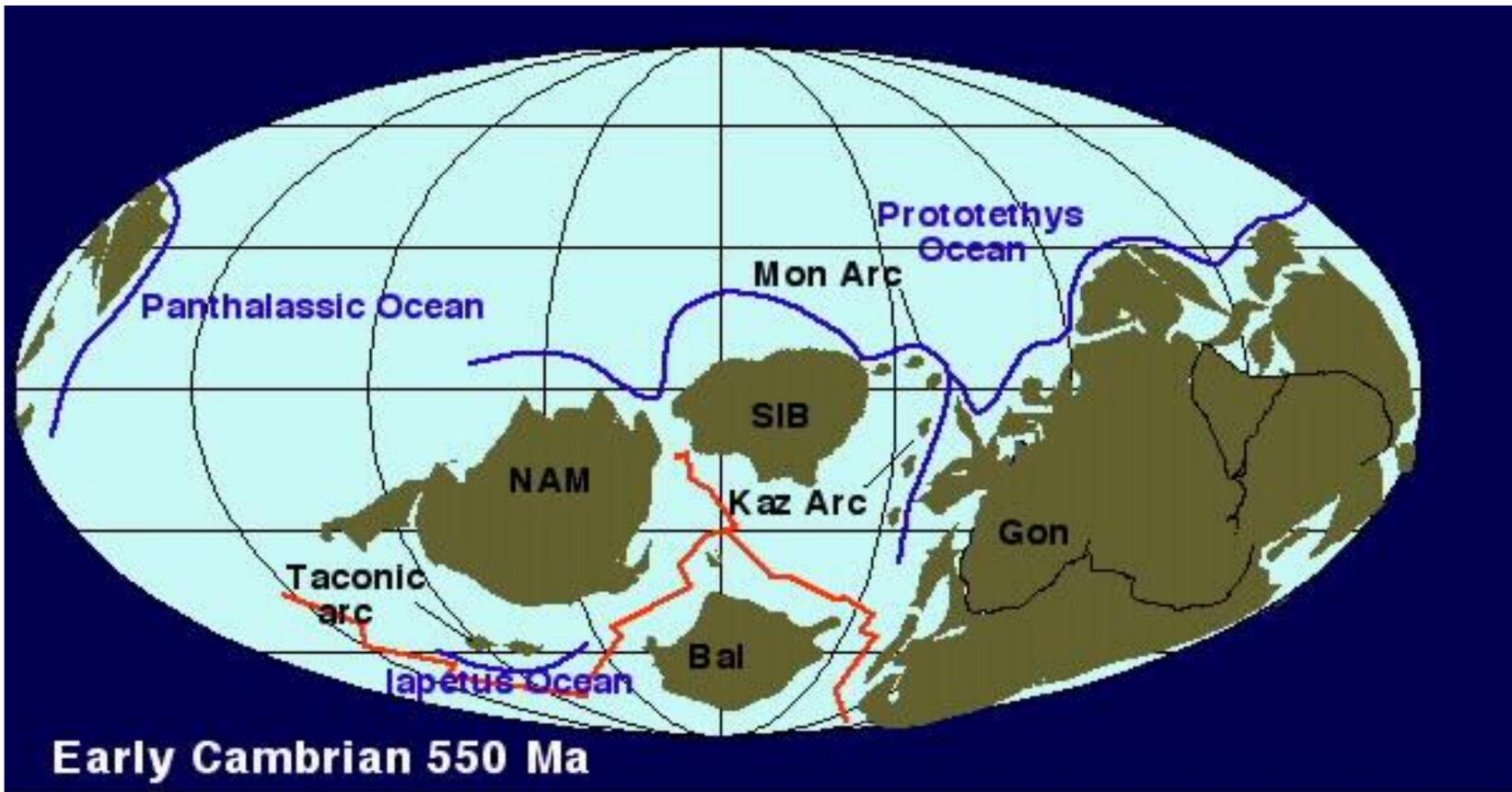
- При движении литосферной плиты над неподвижной мантийной струей (плюмом) может образоваться вулкан и магма изливается на поверхность. При перемещении плиты возникает новый вулкан. Так, мантийная струя, как бы прожигая плиту, оставляет след в виде цепи вулканов. Например, цепь современных вулканов Гавайских островов.
- Возраст Гавайского плюма оценивается в 70-90 млн. лет.

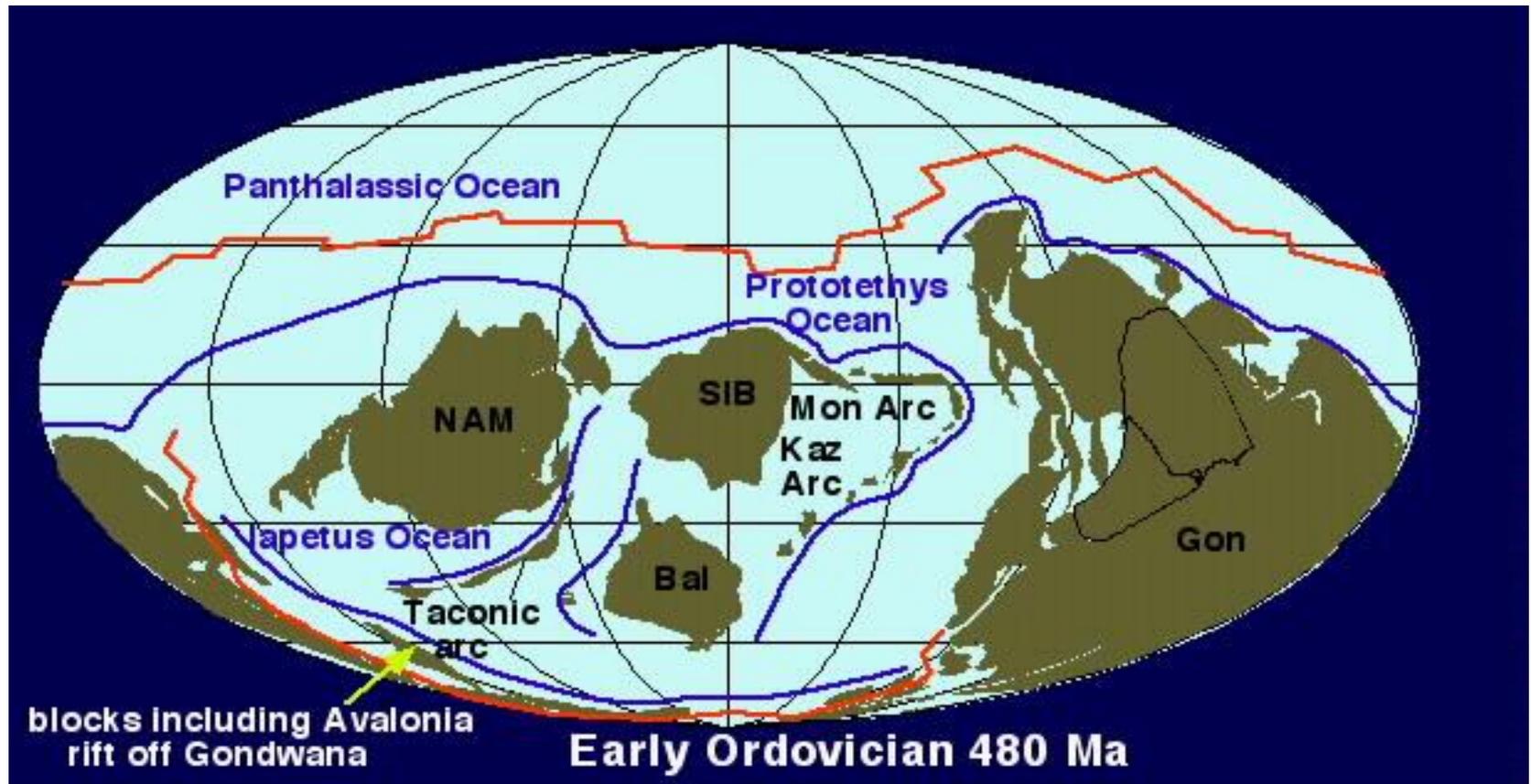
- Аналогичные цепочки вулканических островов – Исландия, Св. Елена, Тристан да Кунья – следы движения Северо-Американской плиты над Исландским плюмом, существующим более 100 млн. лет.
- Предполагаются, что проявлениями мантийных плюмов являются также кимберлитовые поля и платобазальты.

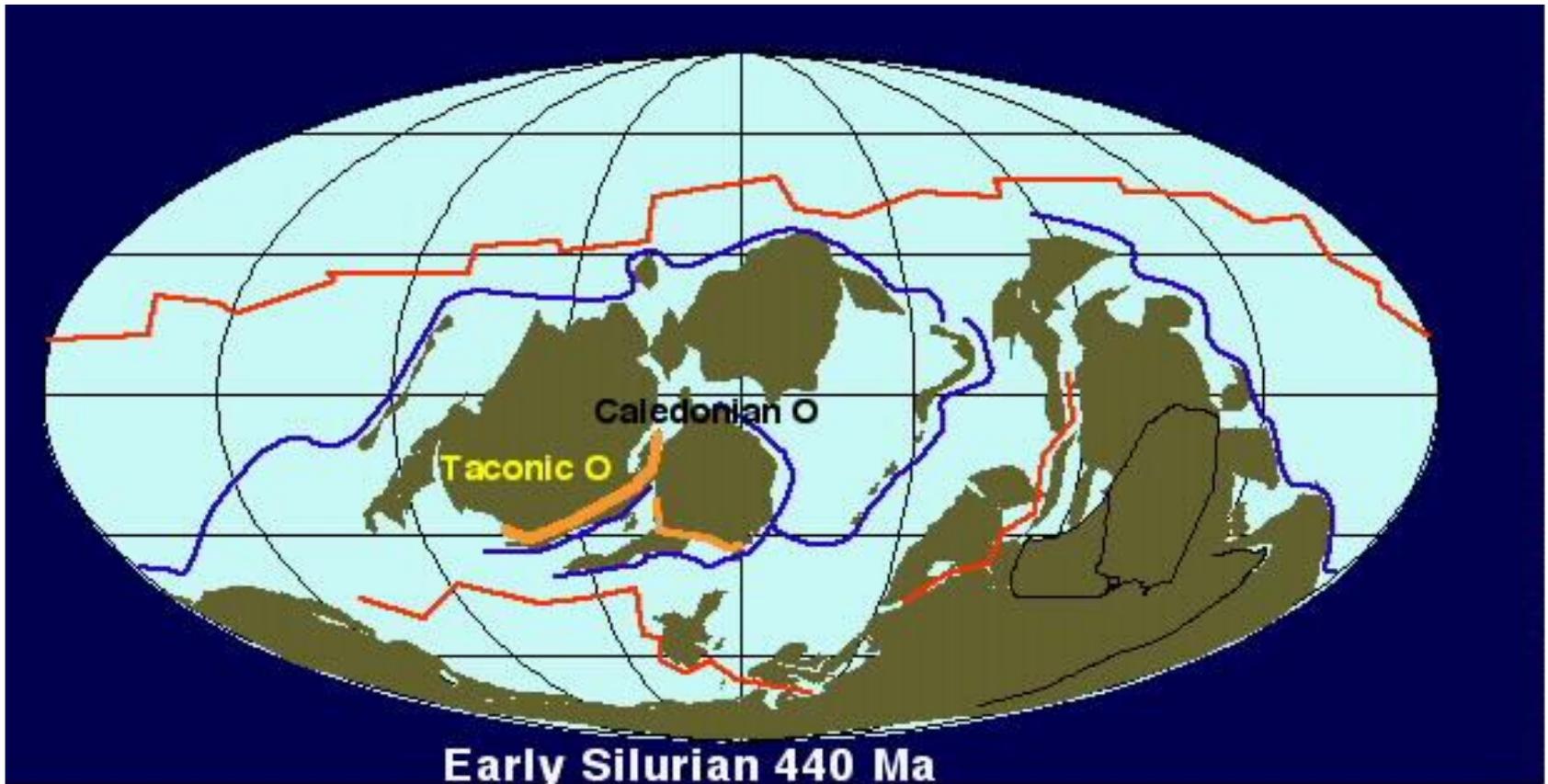


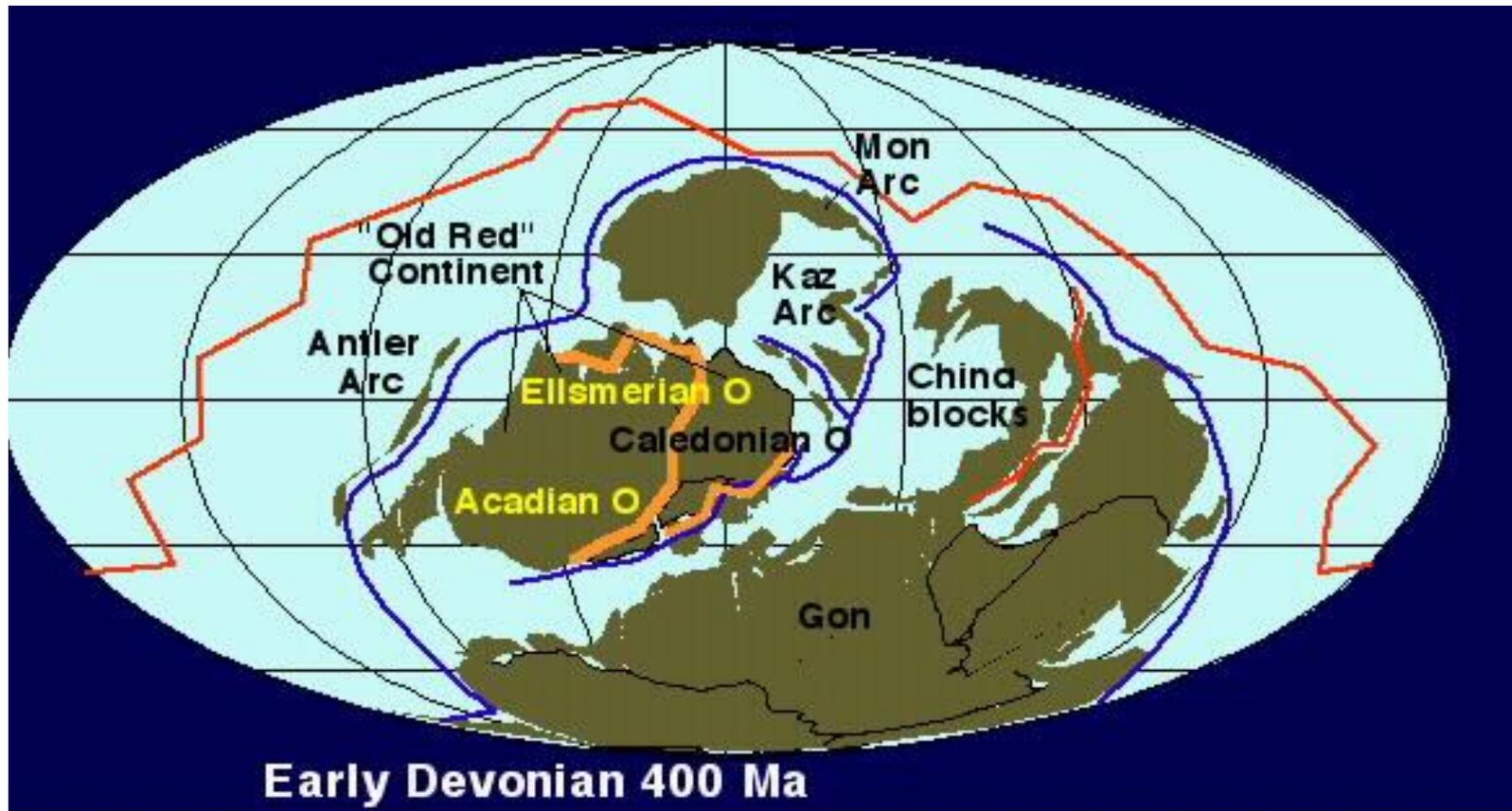
Пангея раскололась примерно 150—220 миллионов лет назад на два континента. Северный континент [Лавразия](#) Пангея раскололась примерно 150—220 миллионов лет назад на два континента. Северный континент Лавразия позже раскололся на [Евразию](#) Пангея раскололась примерно 150—220 миллионов лет назад на два континента. Северный континент Лавразия позже раскололся на Евразию и [Северную Америку](#) Пангея раскололась примерно 150—220 миллионов лет назад на два континента. Северный континент Лавразия позже раскололся на Евразию и Северную Америку, в то время как из южного континента [Гондвана](#) Пангея раскололась примерно 150—220 миллионов лет назад на два континента. Северный континент Лавразия позже раскололся на Евразию и Северную Америку, в то время как из

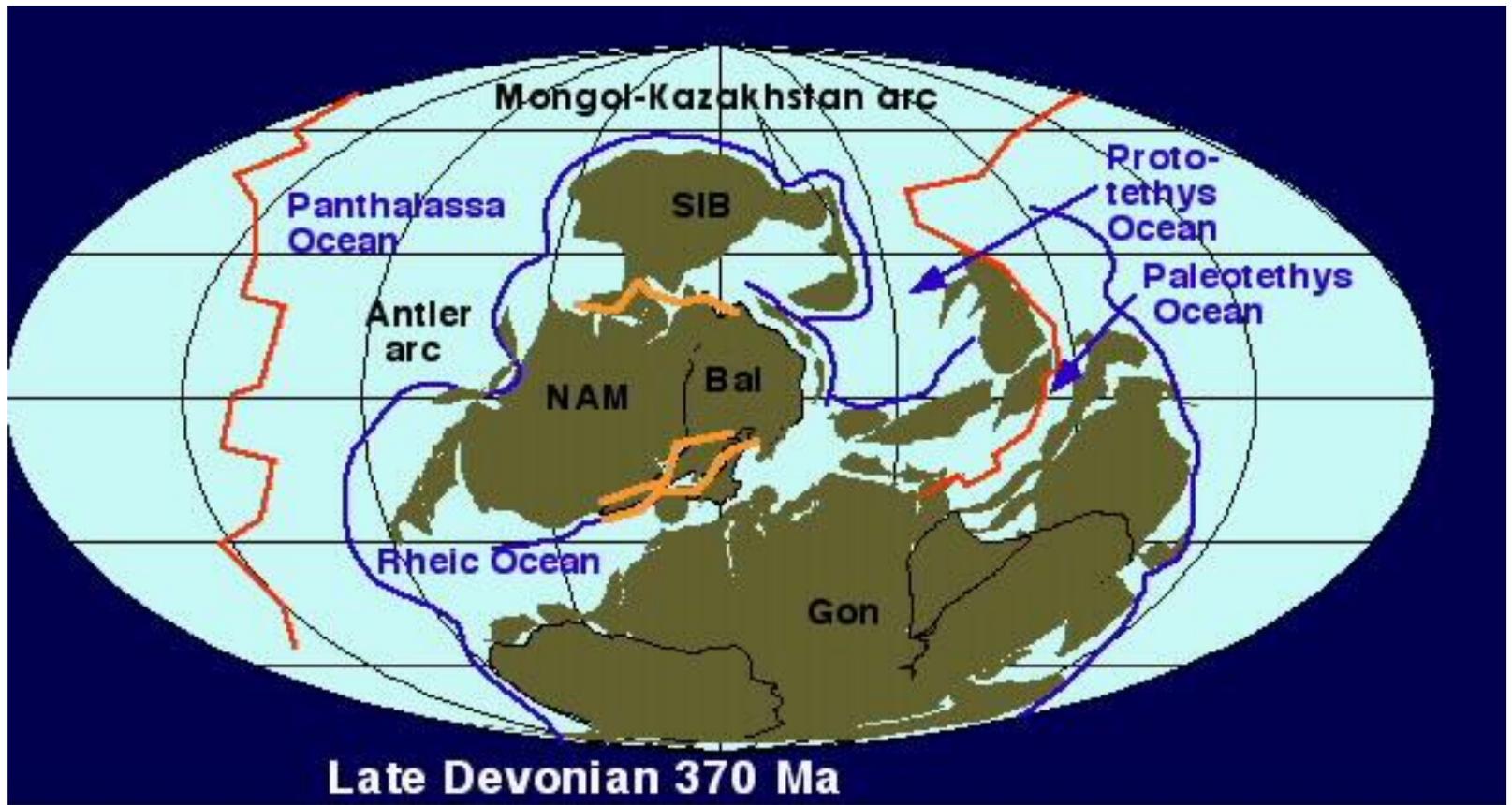


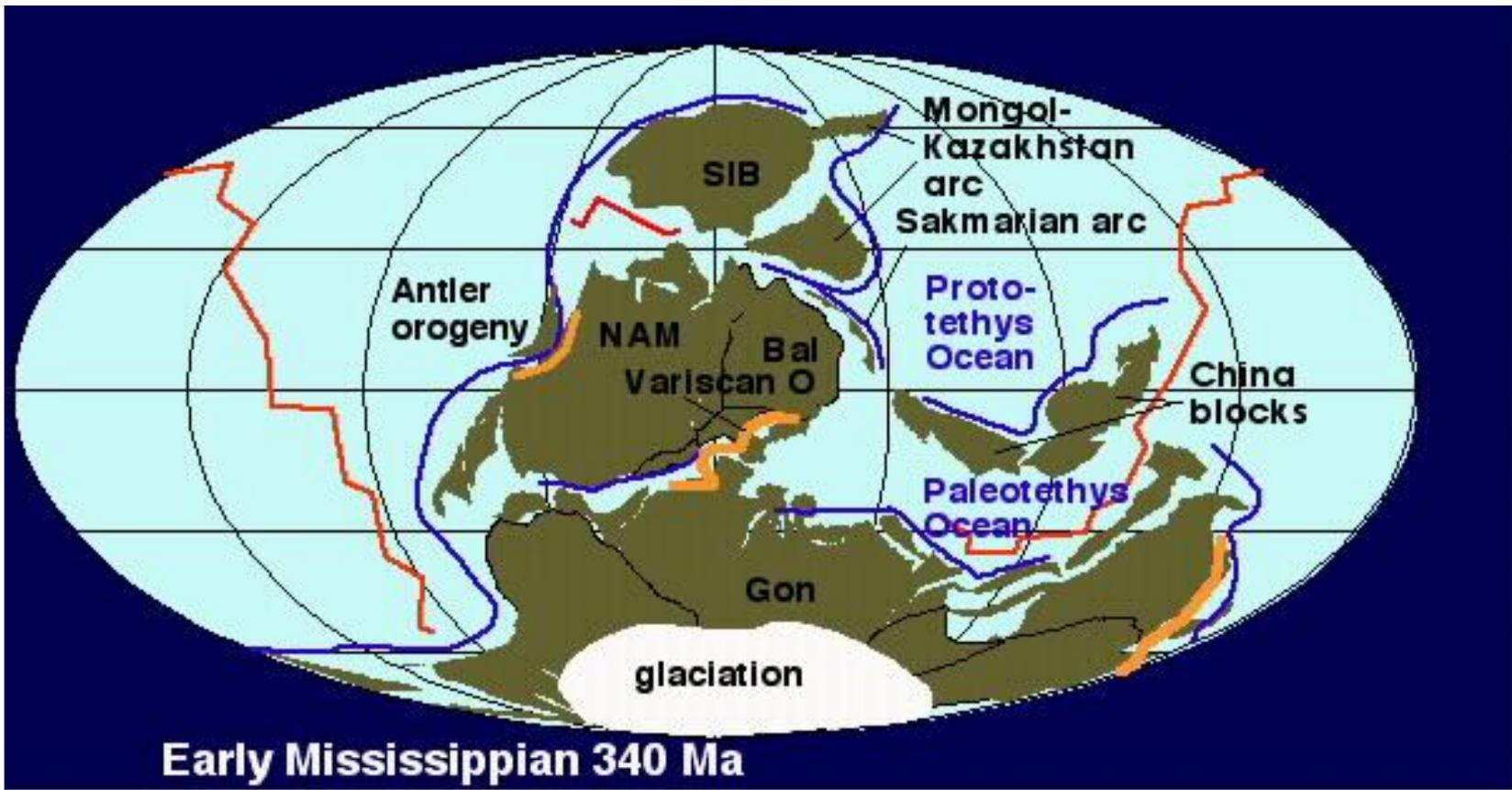


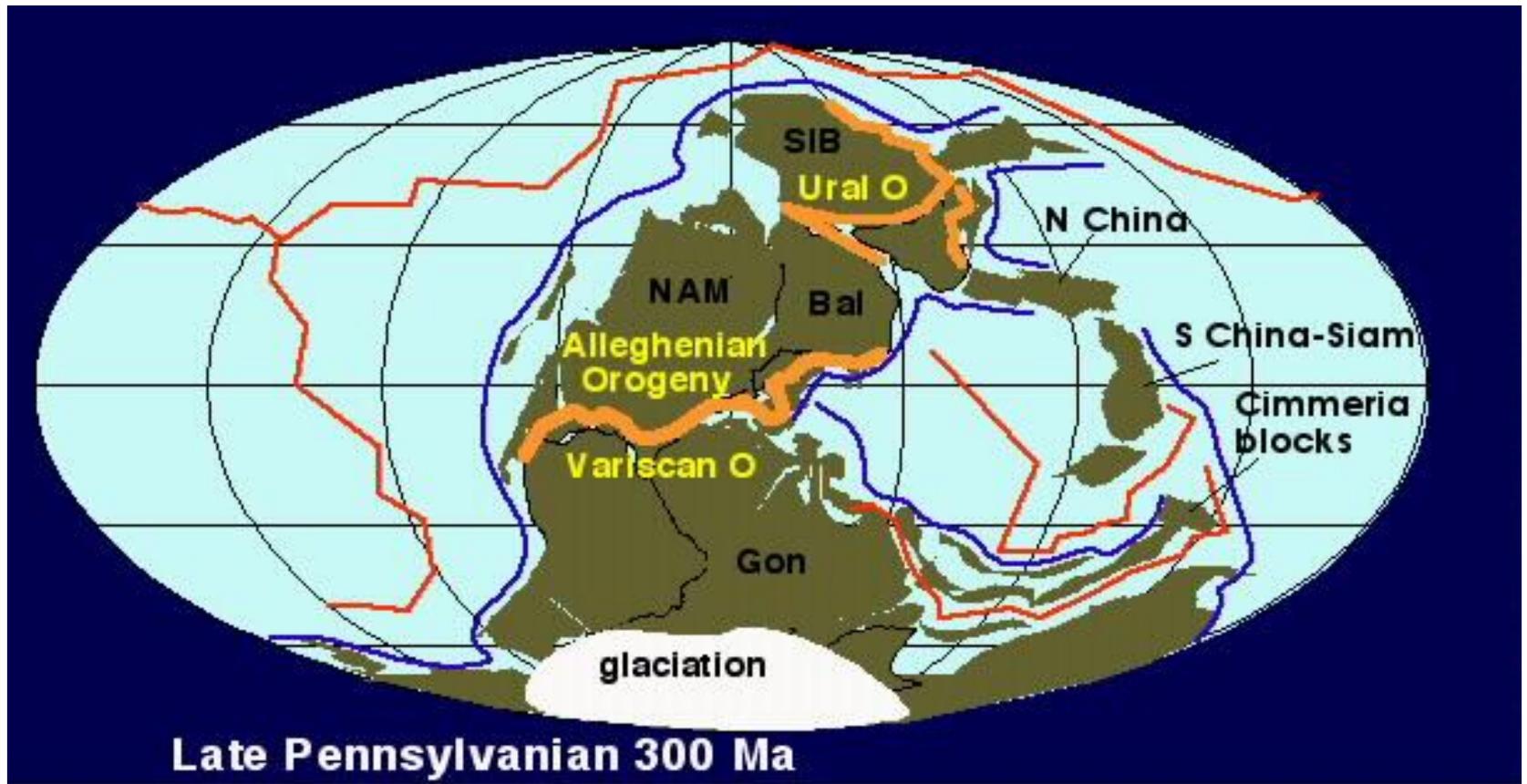


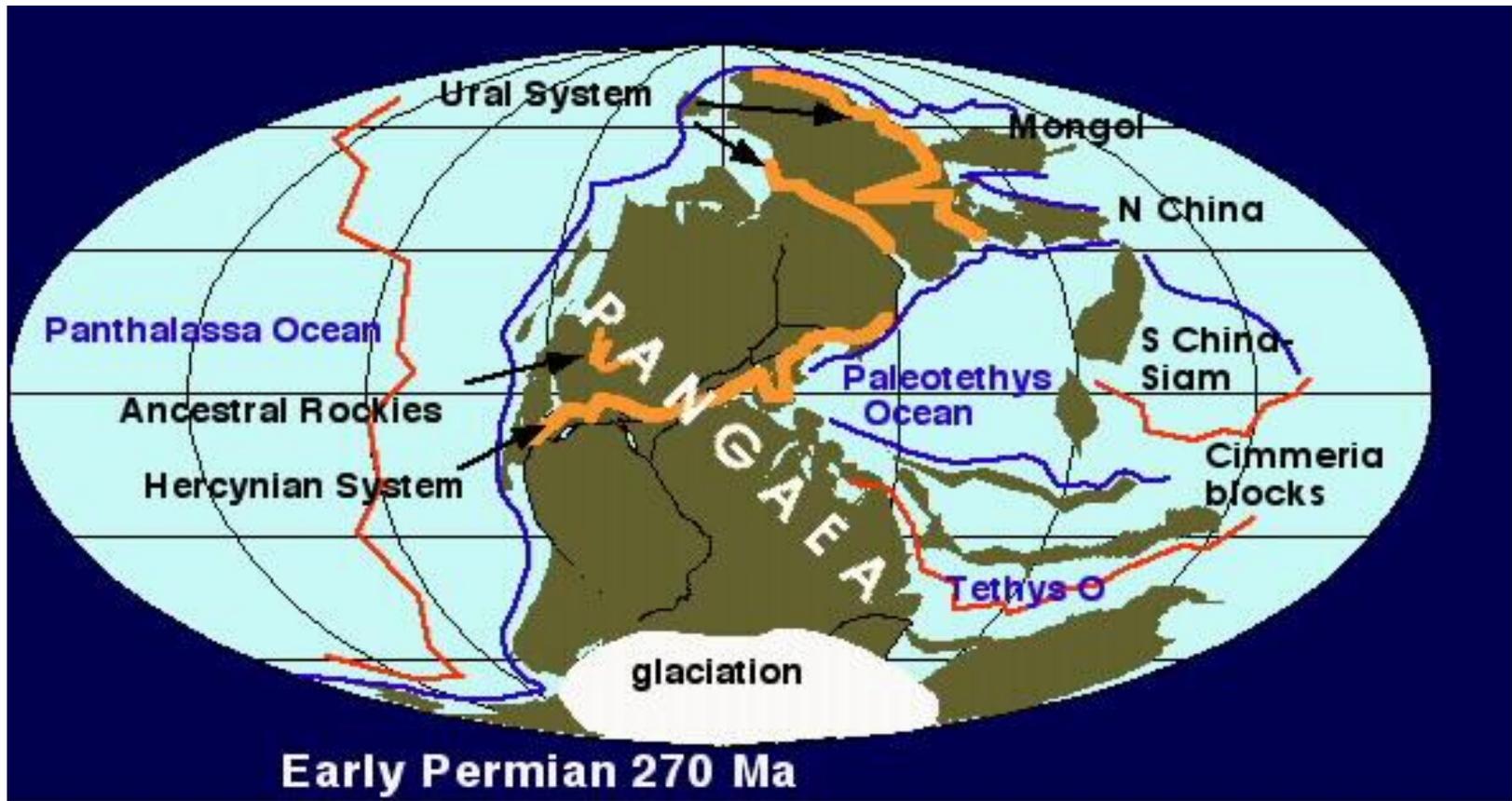


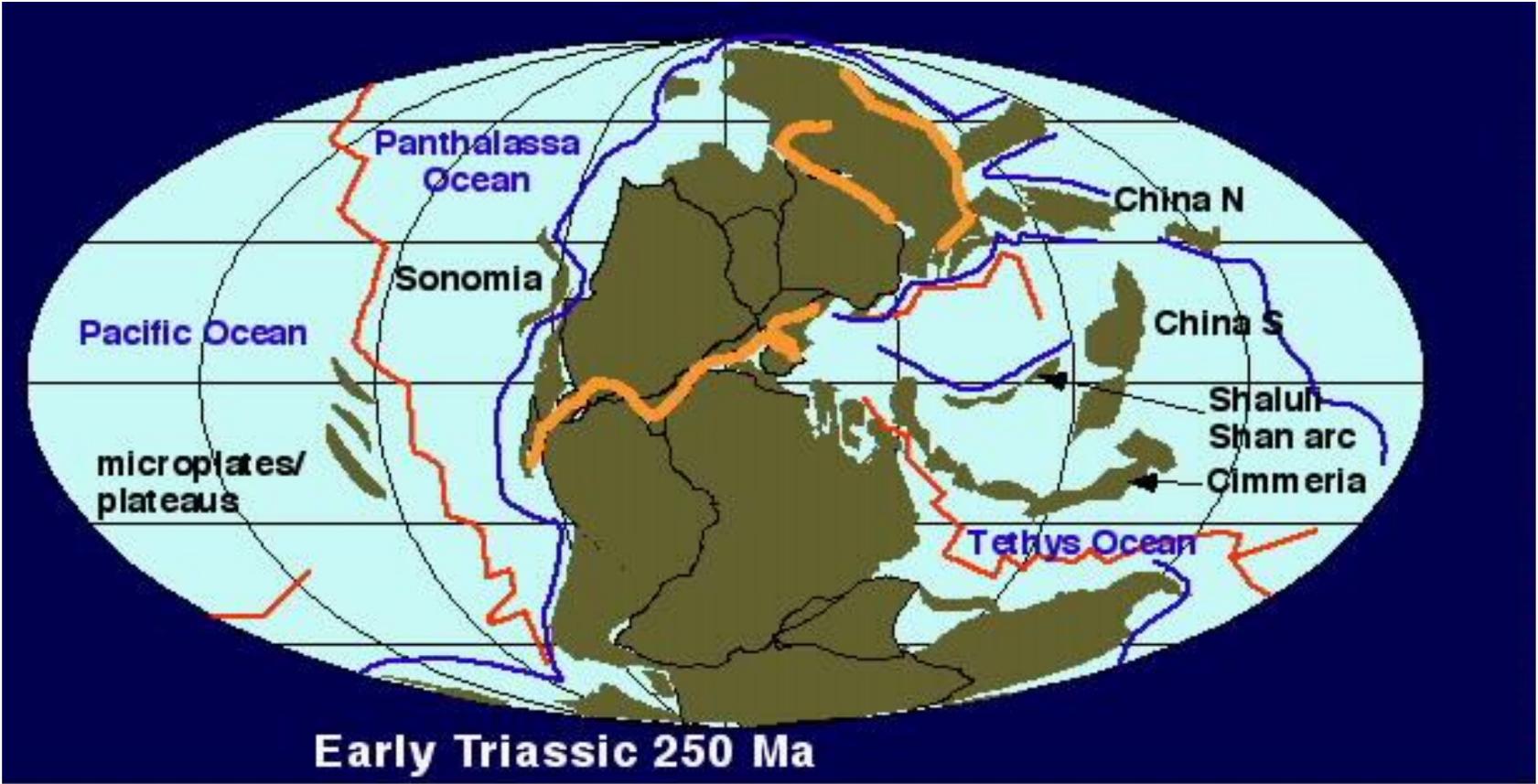


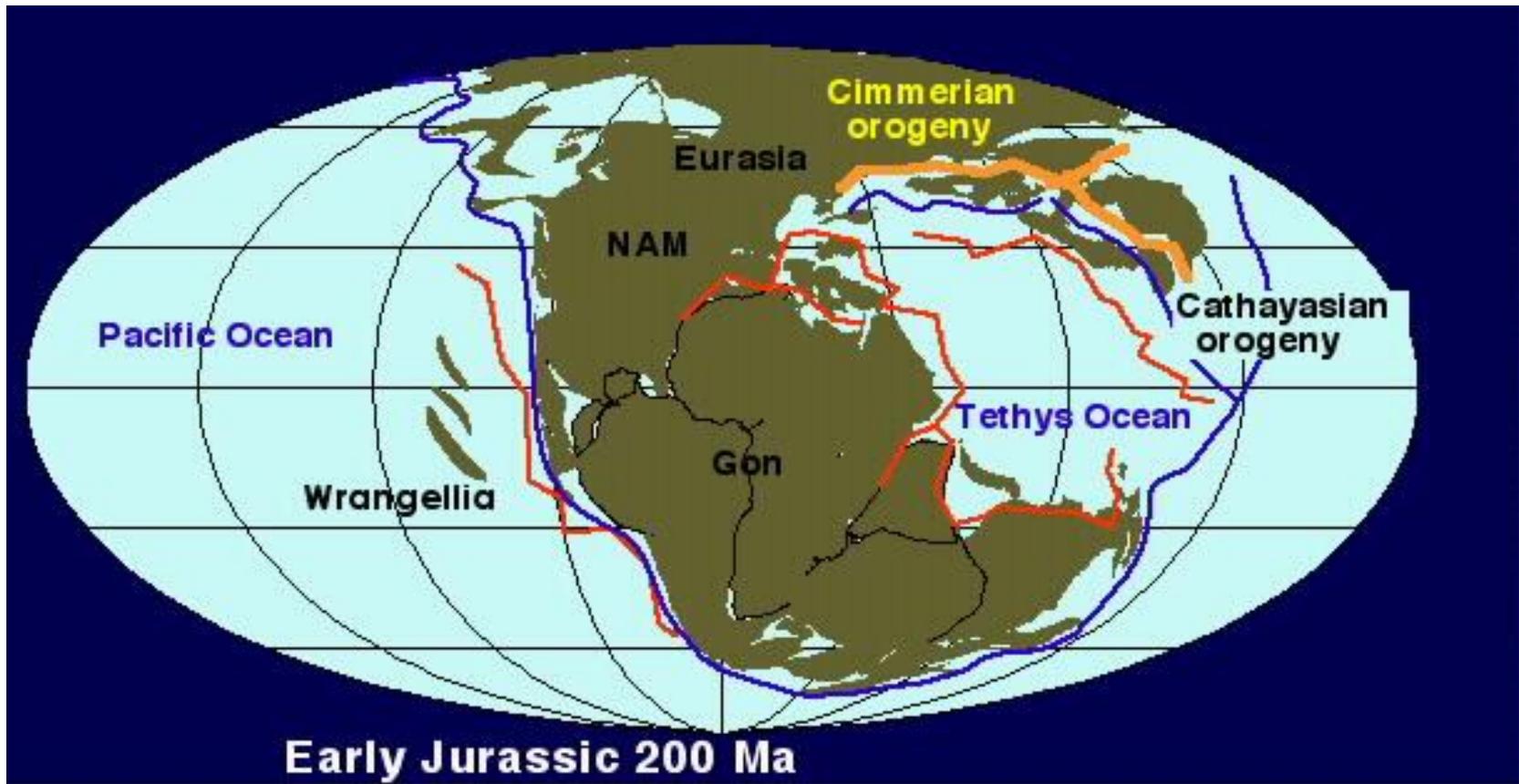


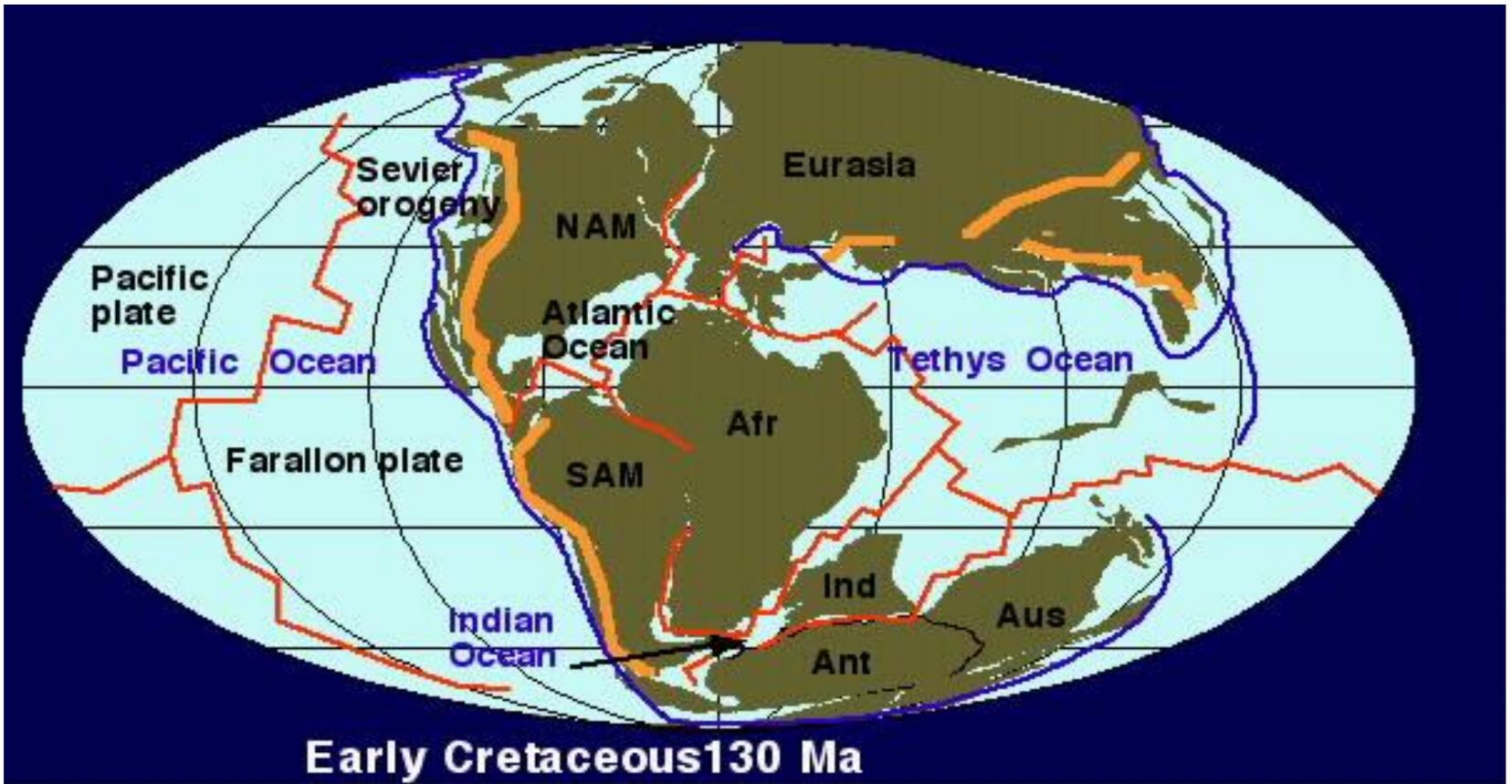


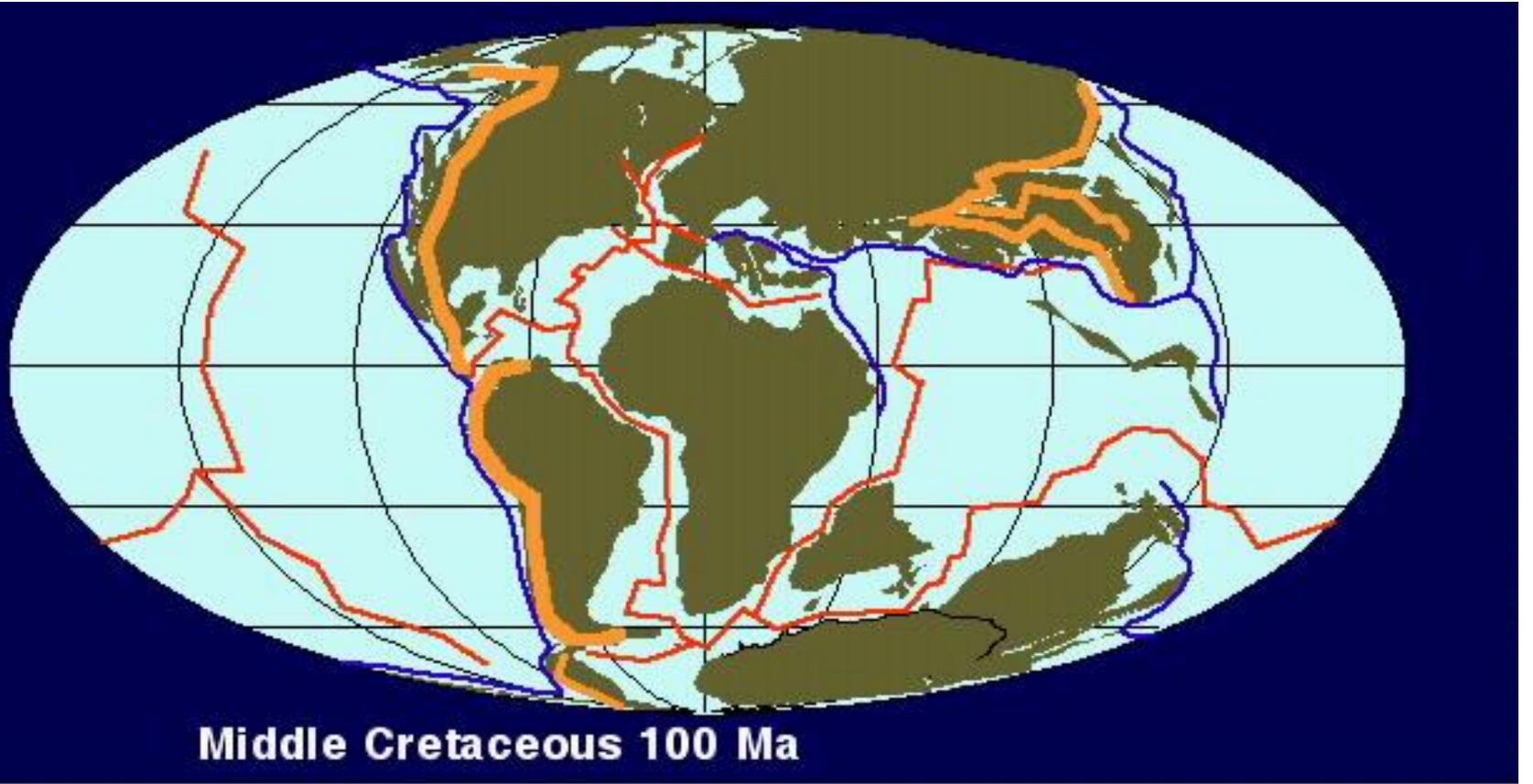


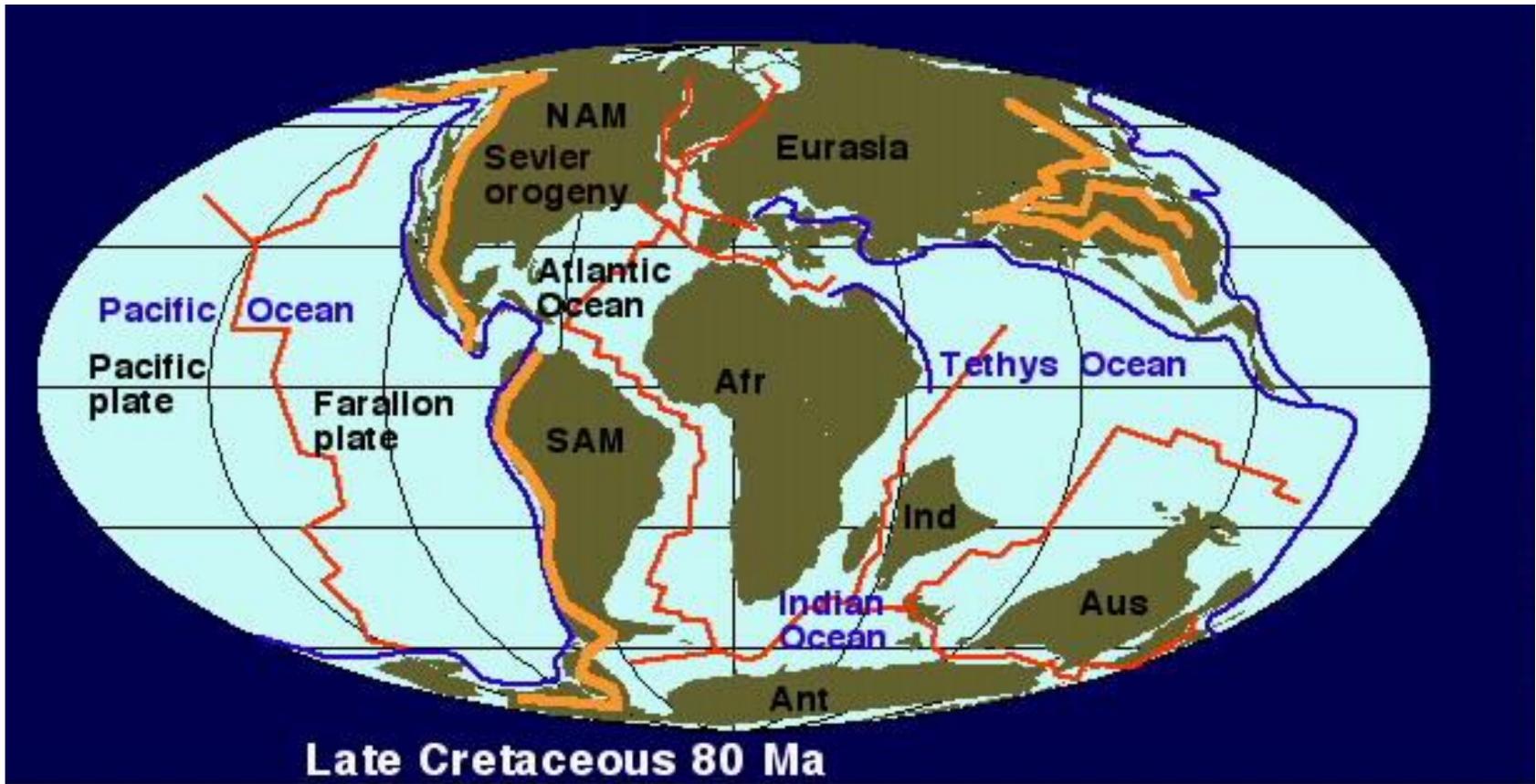


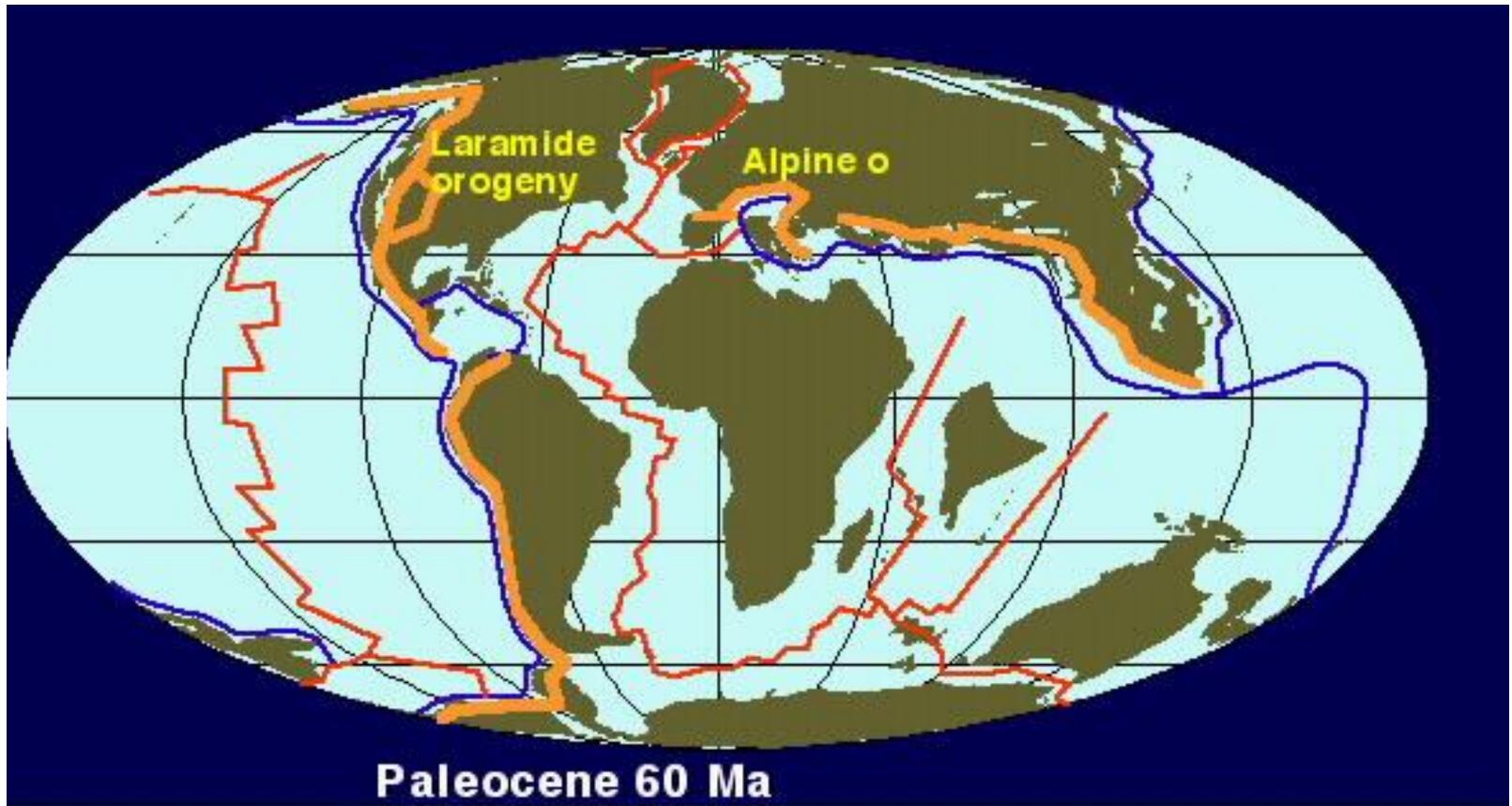


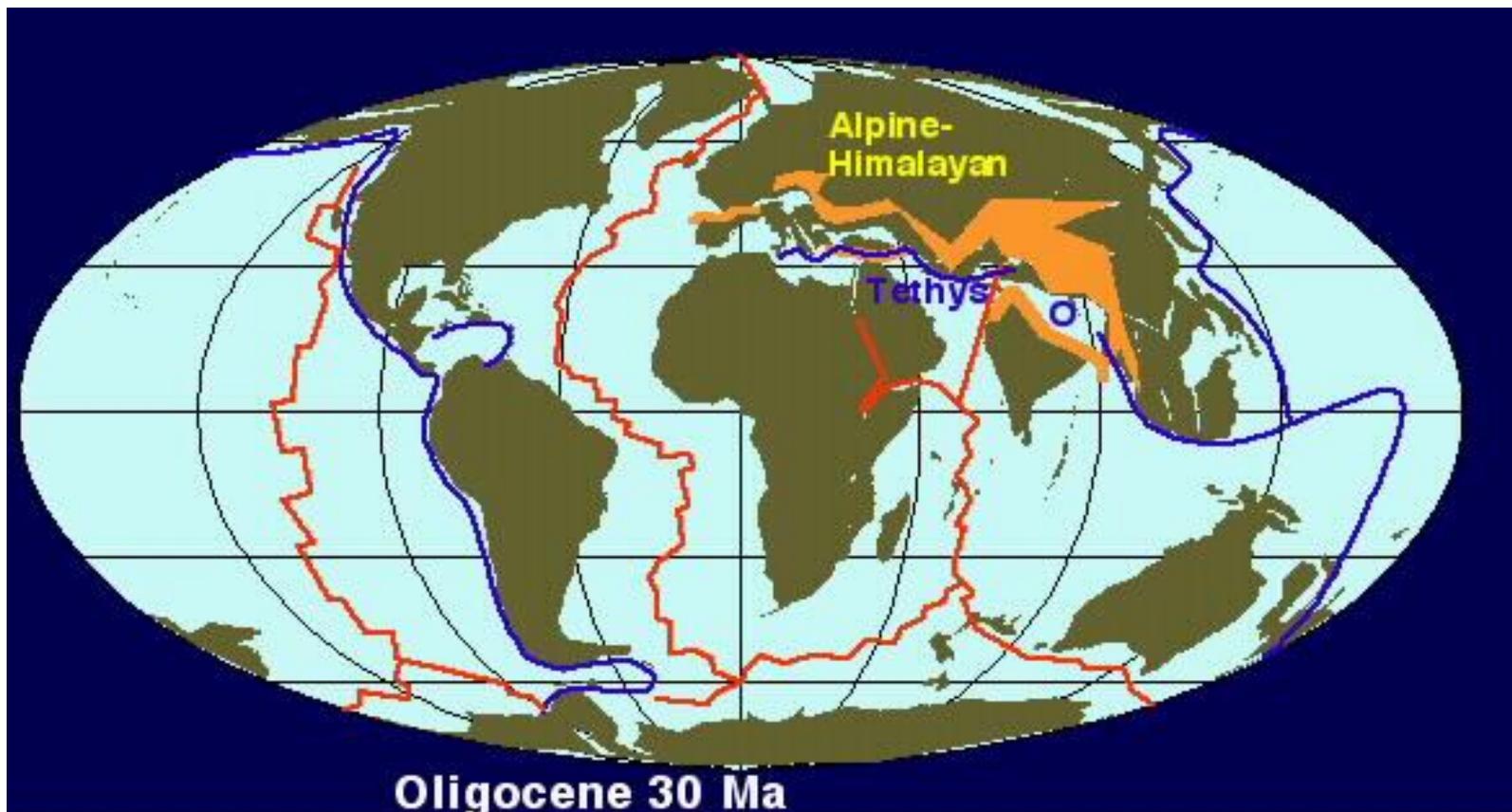


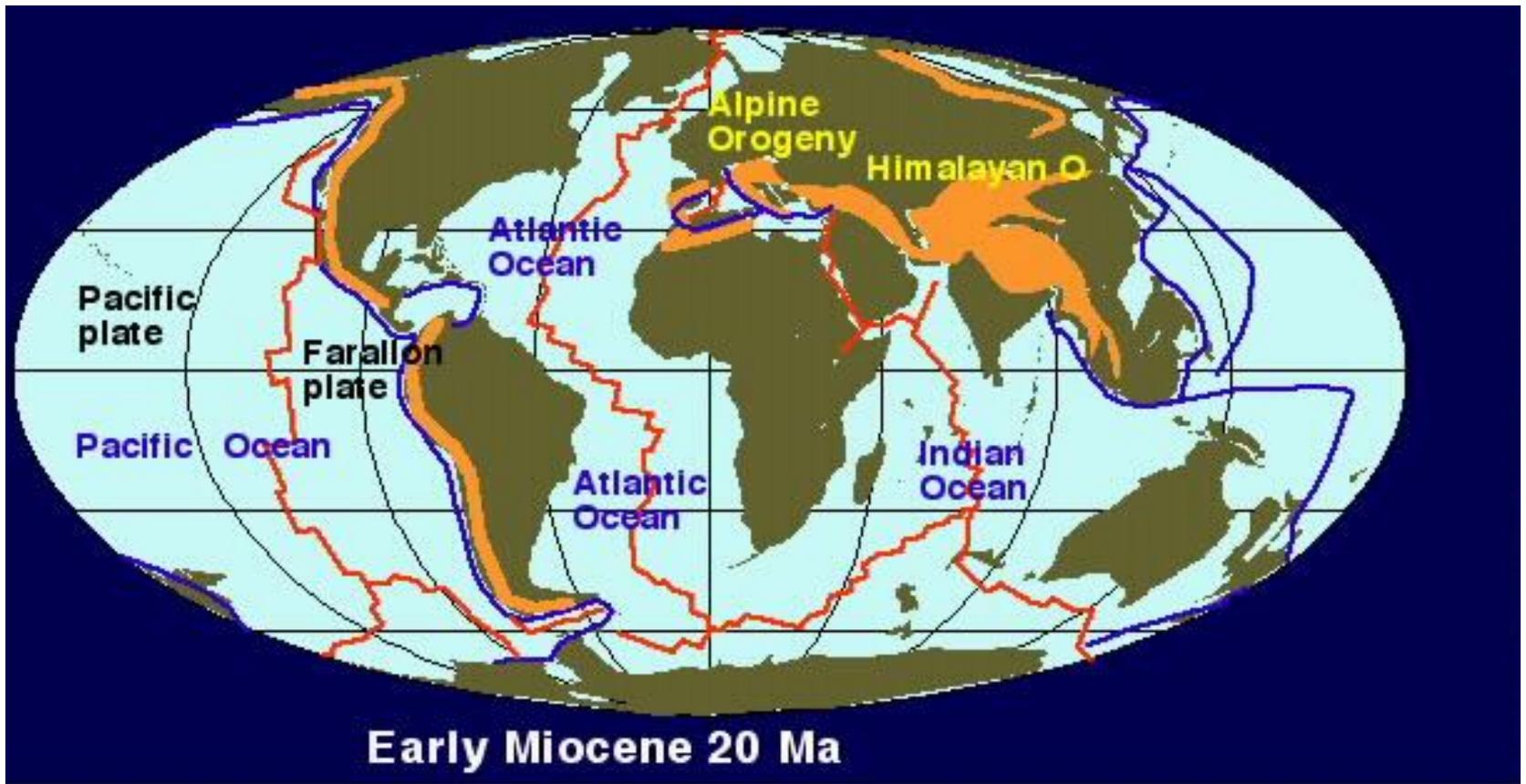


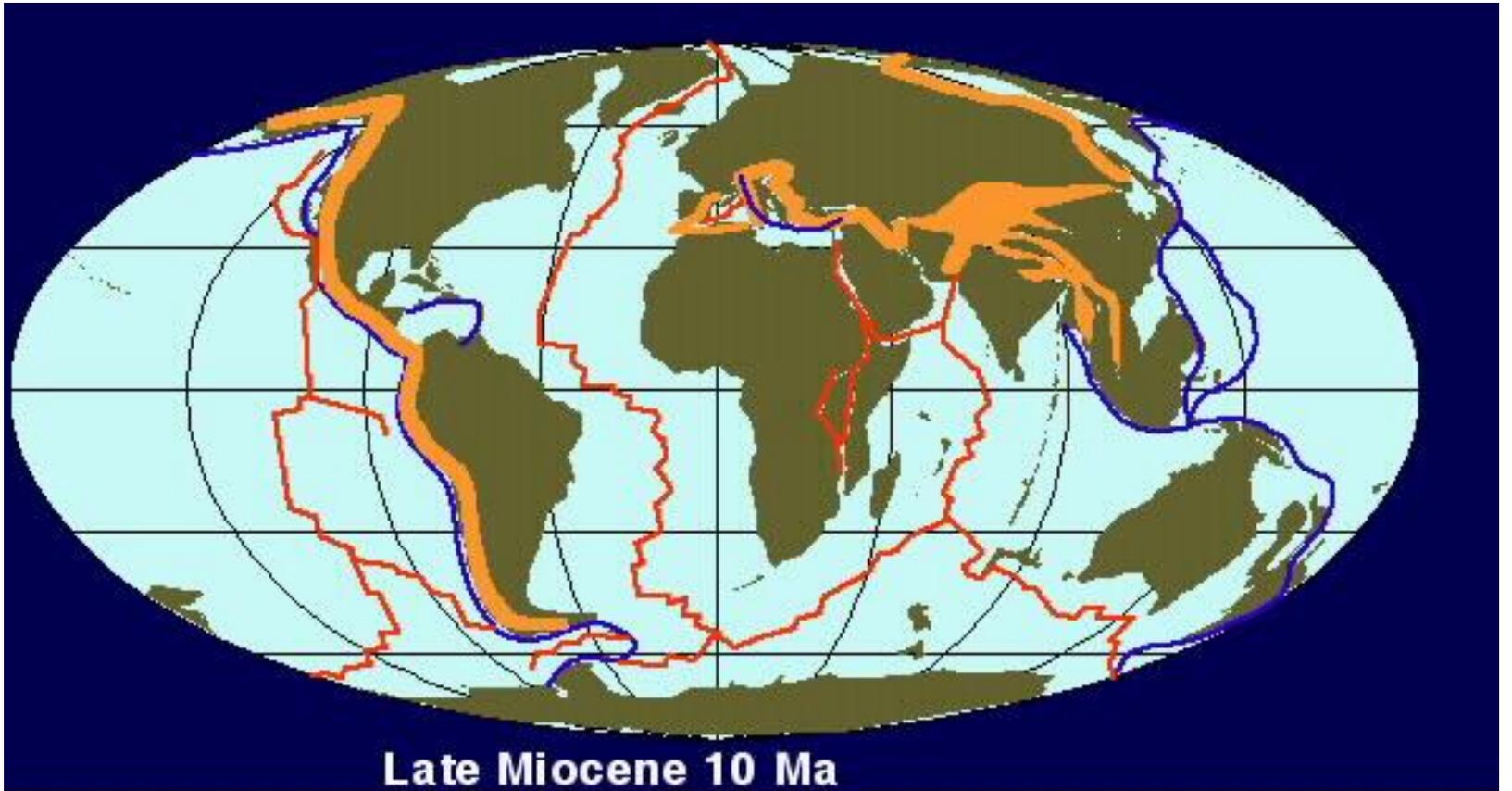


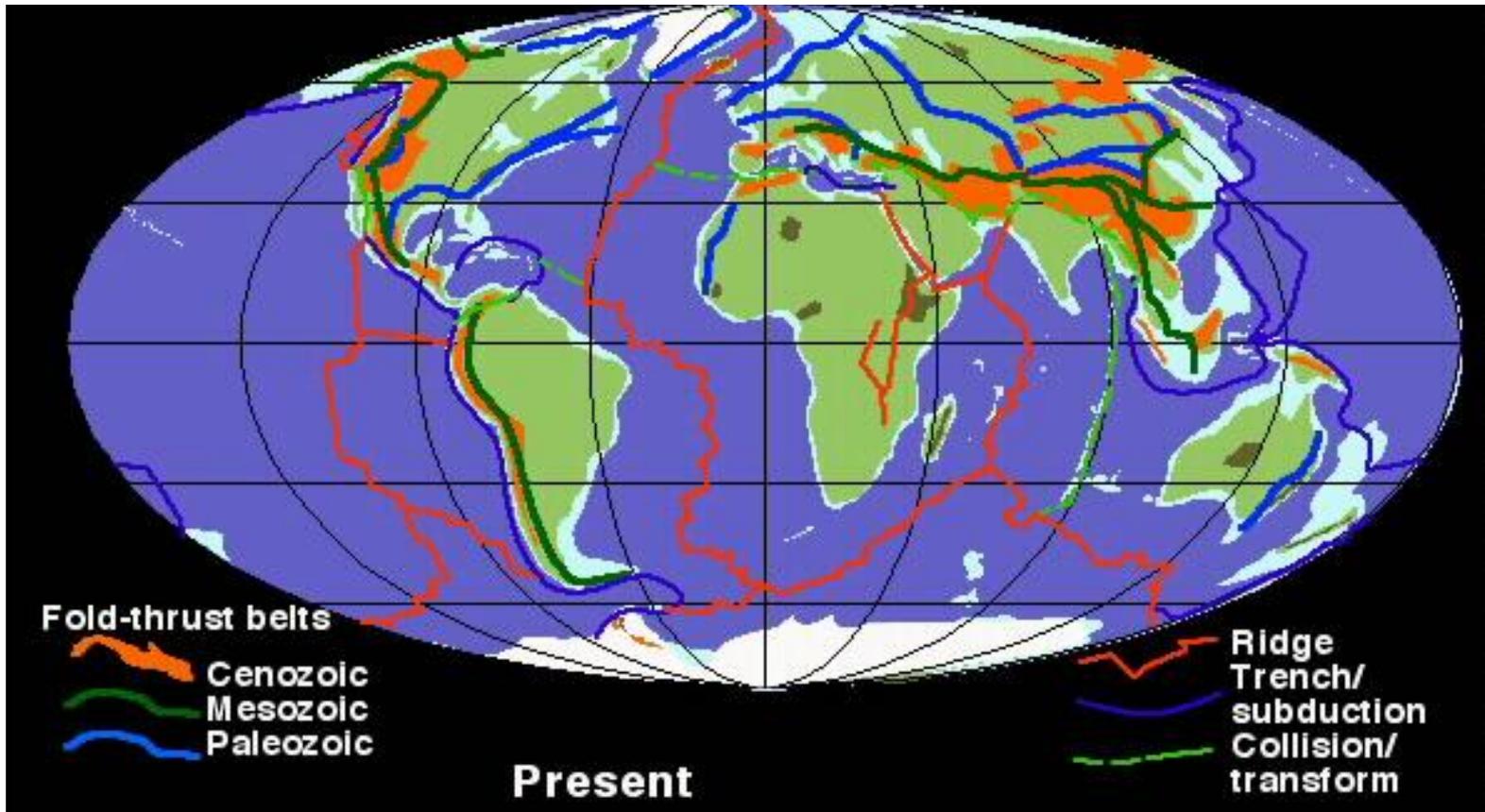


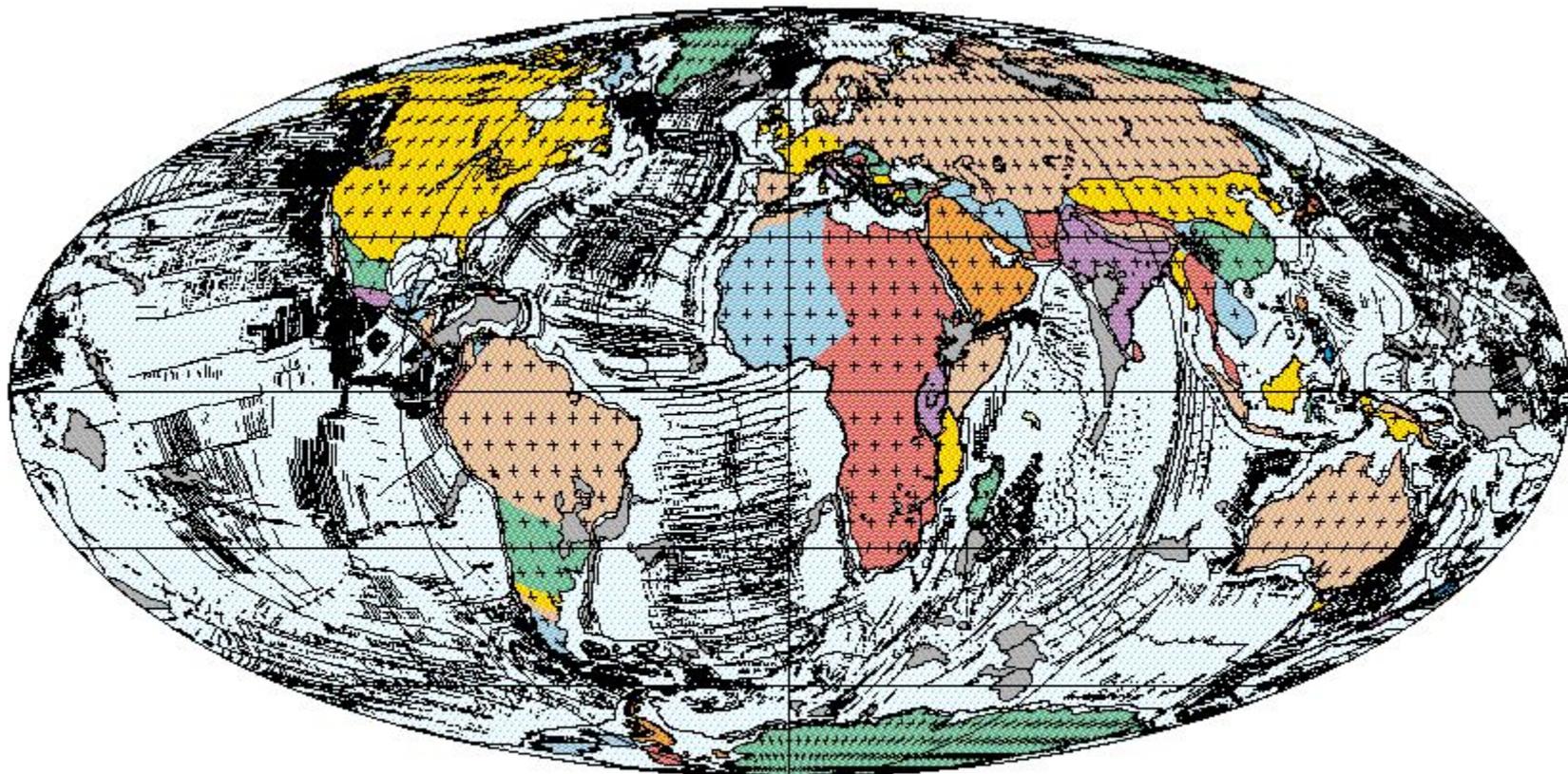






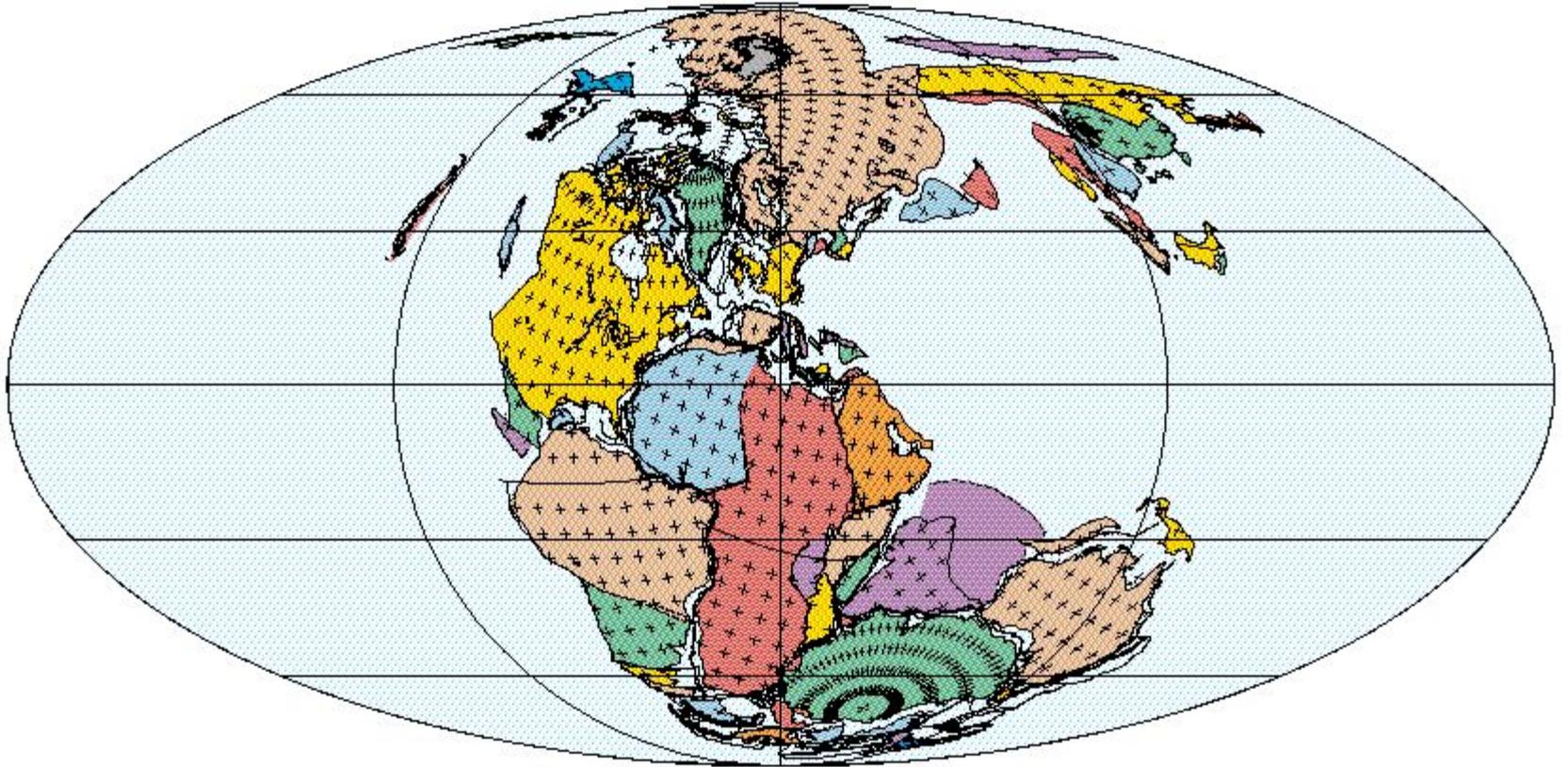






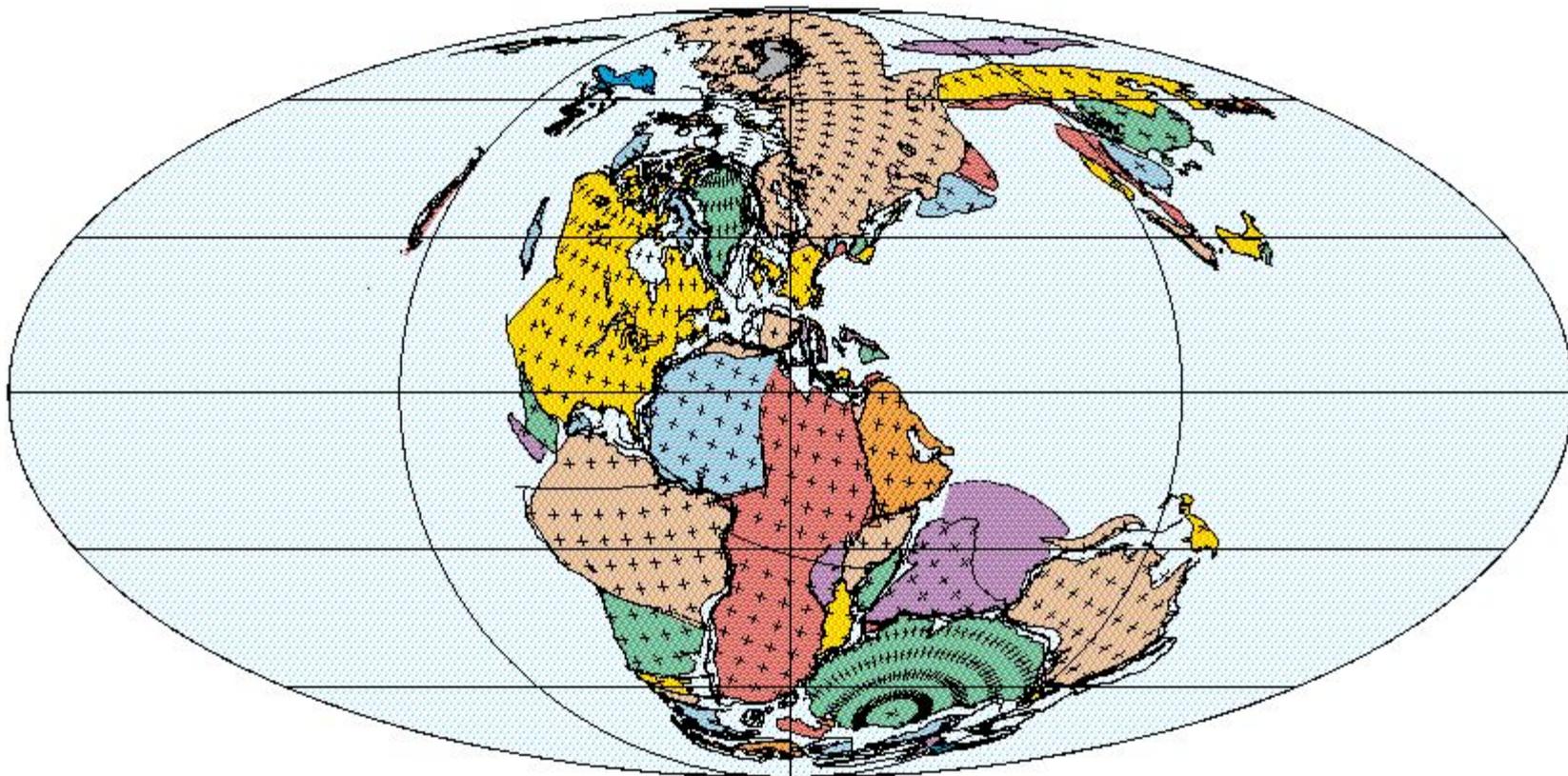
0 Ma  
Present Day

PLATES/UTIG  
July 1999



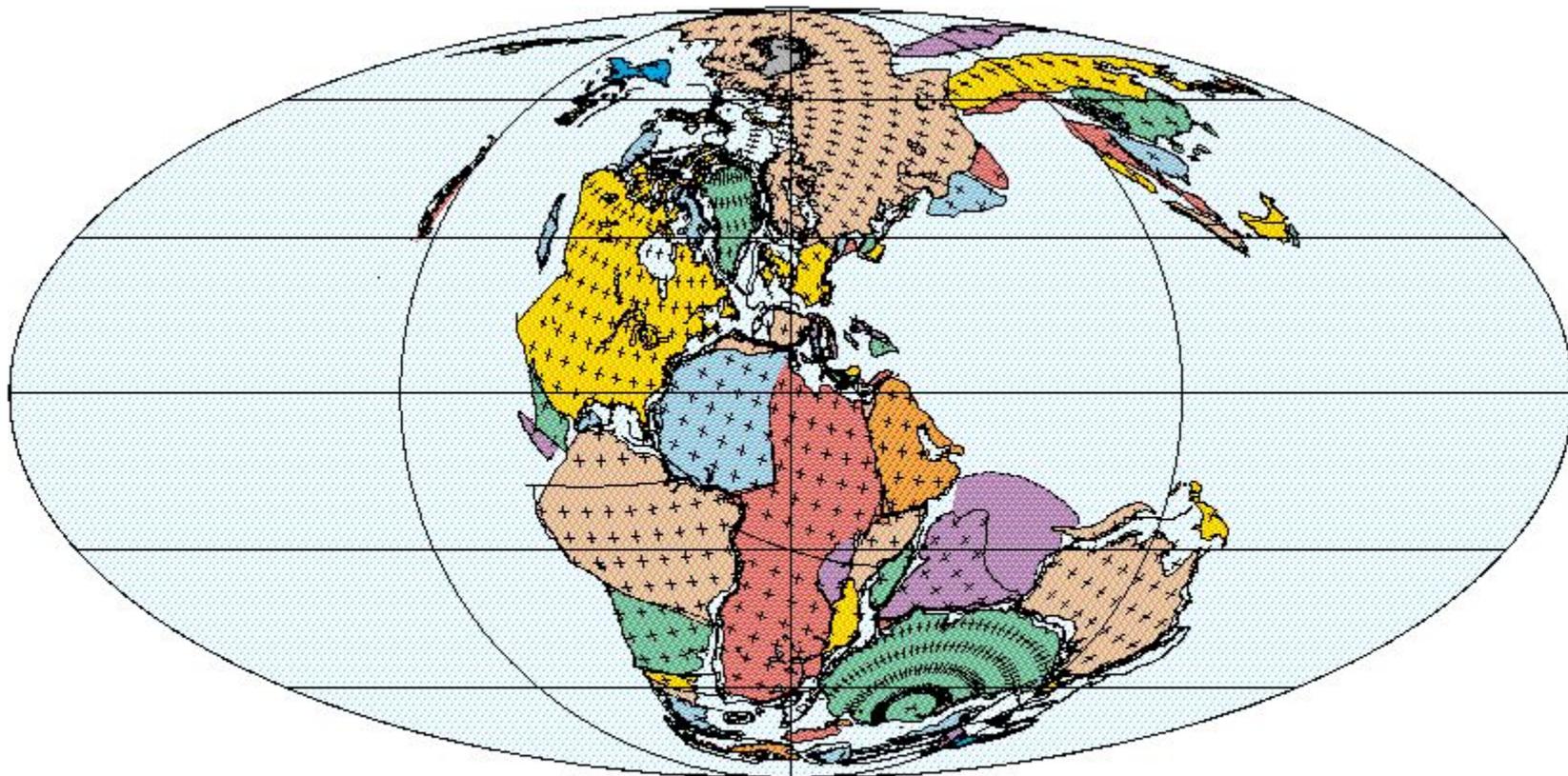
200 Ma  
Sinemurian (Early Jurassic)

PLATES/UTIG  
July 1999



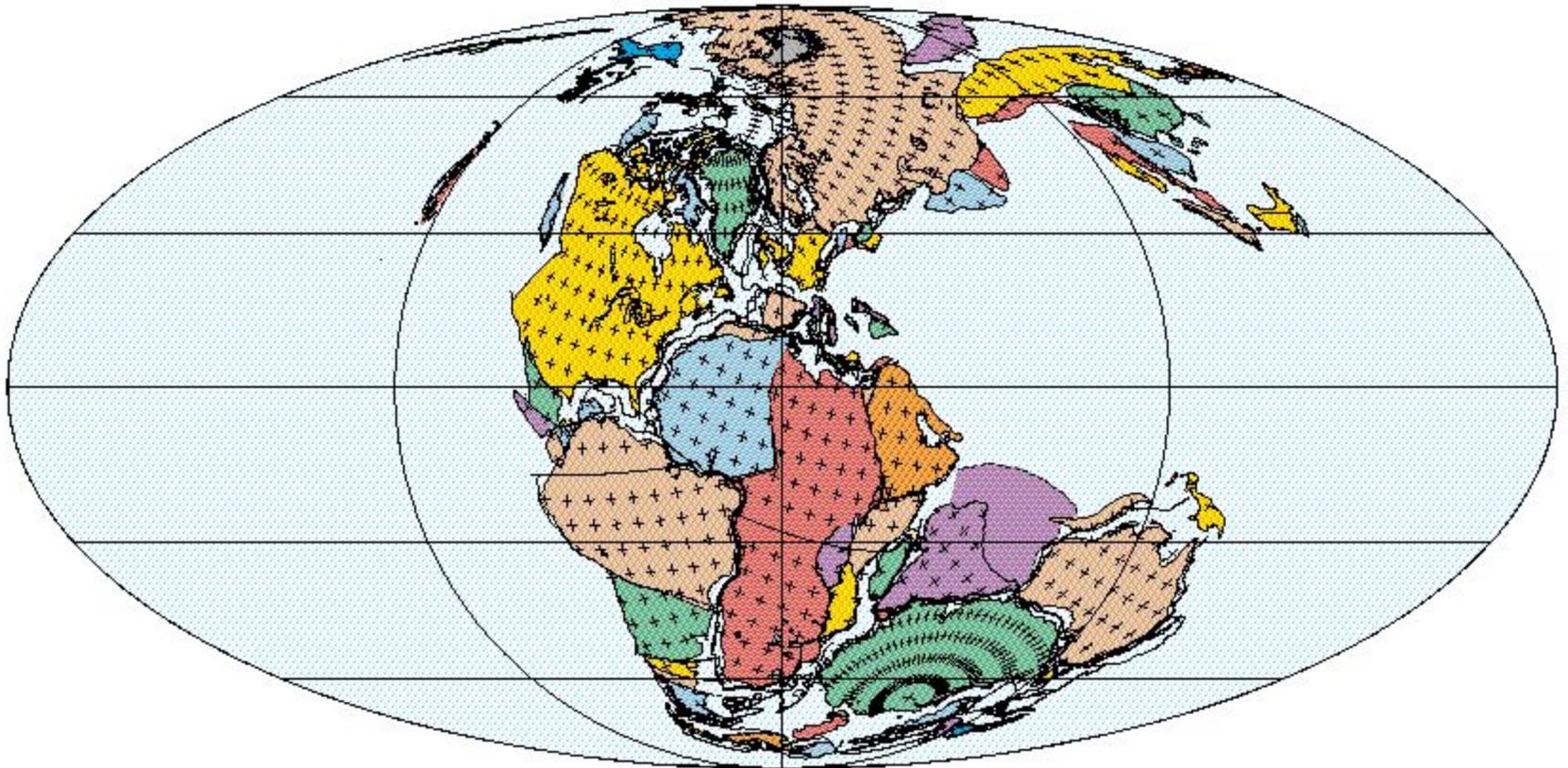
190 Ma  
Pliensbachian (Early Jurassic)

PLATES/UTIG  
July 1999



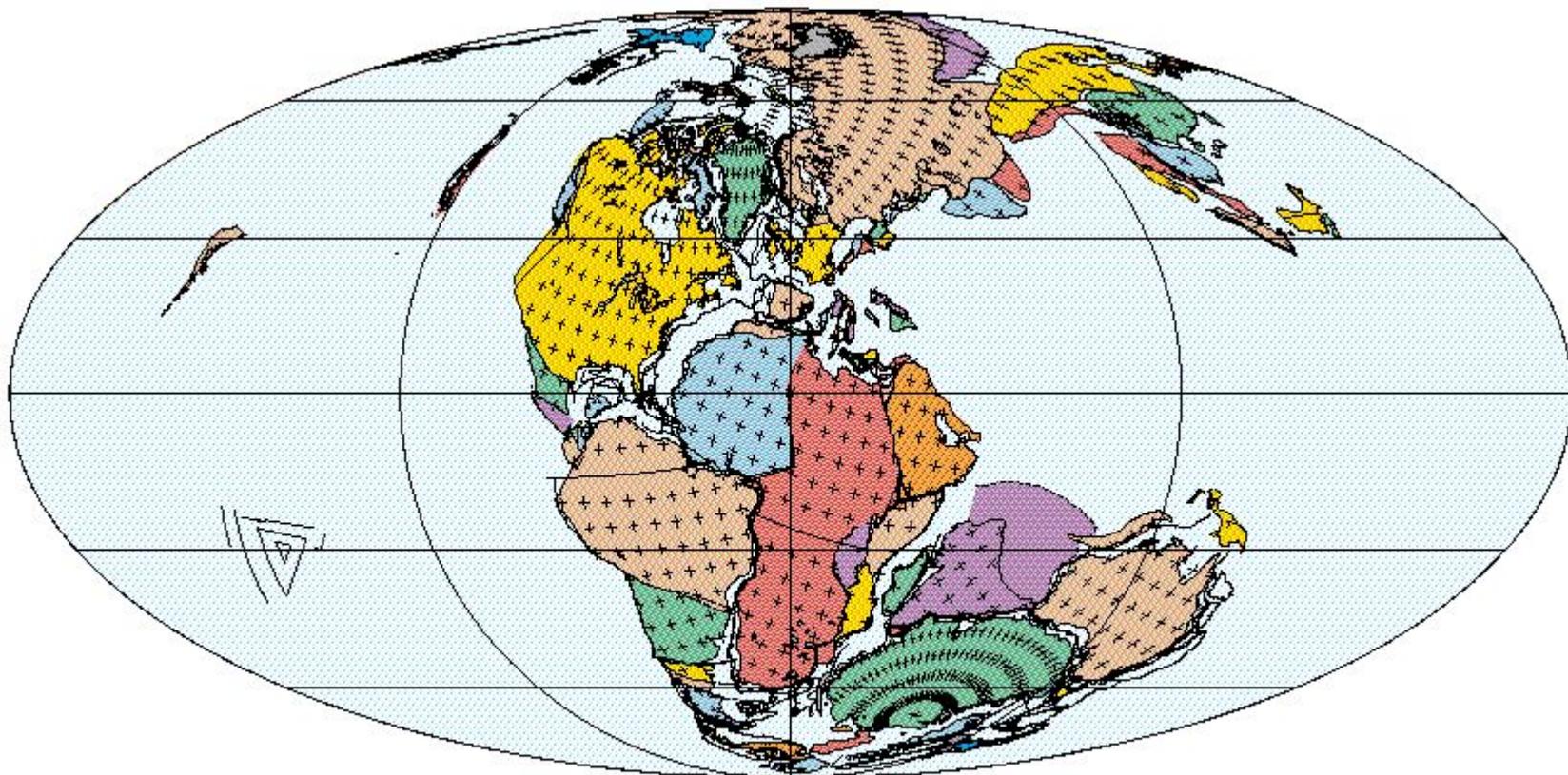
180 Ma  
Aalenian (Middle Jurassic)

PLATES/UTIG  
July 1999



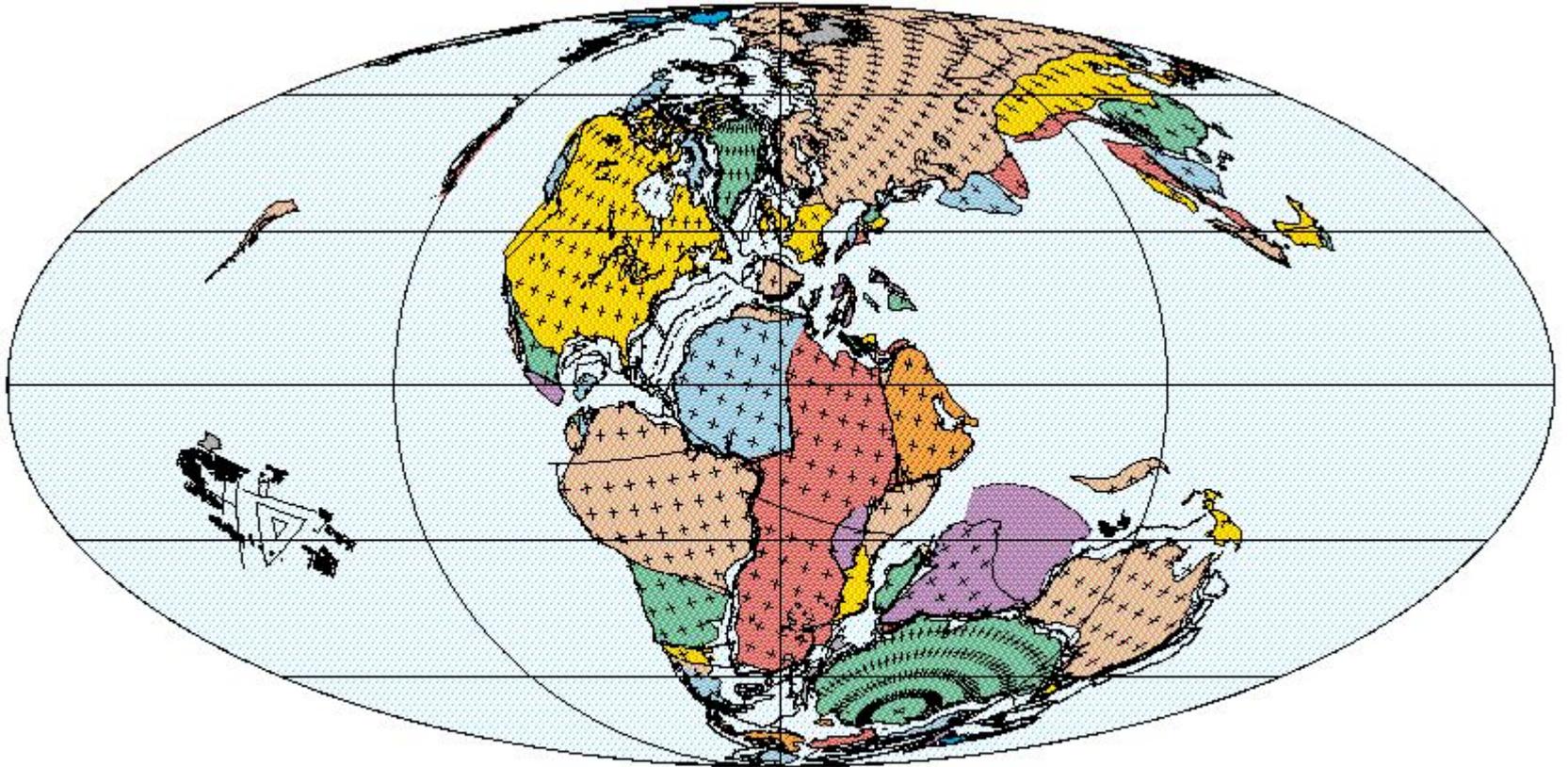
170 Ma  
Bajocian (Middle Jurassic)

PLATES/UTIG  
July 1999



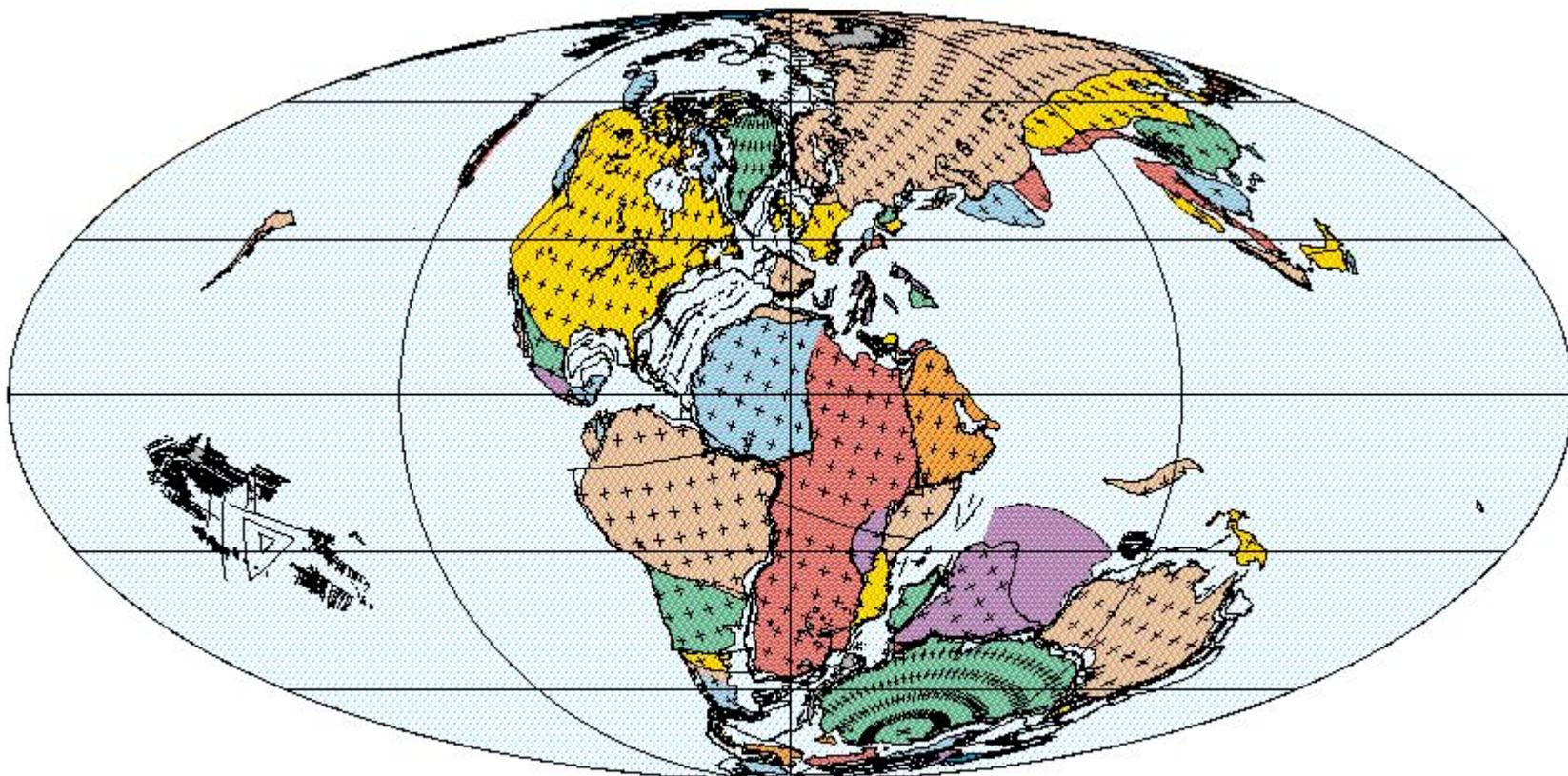
160 Ma  
Callovian (Middle Jurassic)

PLATES/UTIG  
July 1999



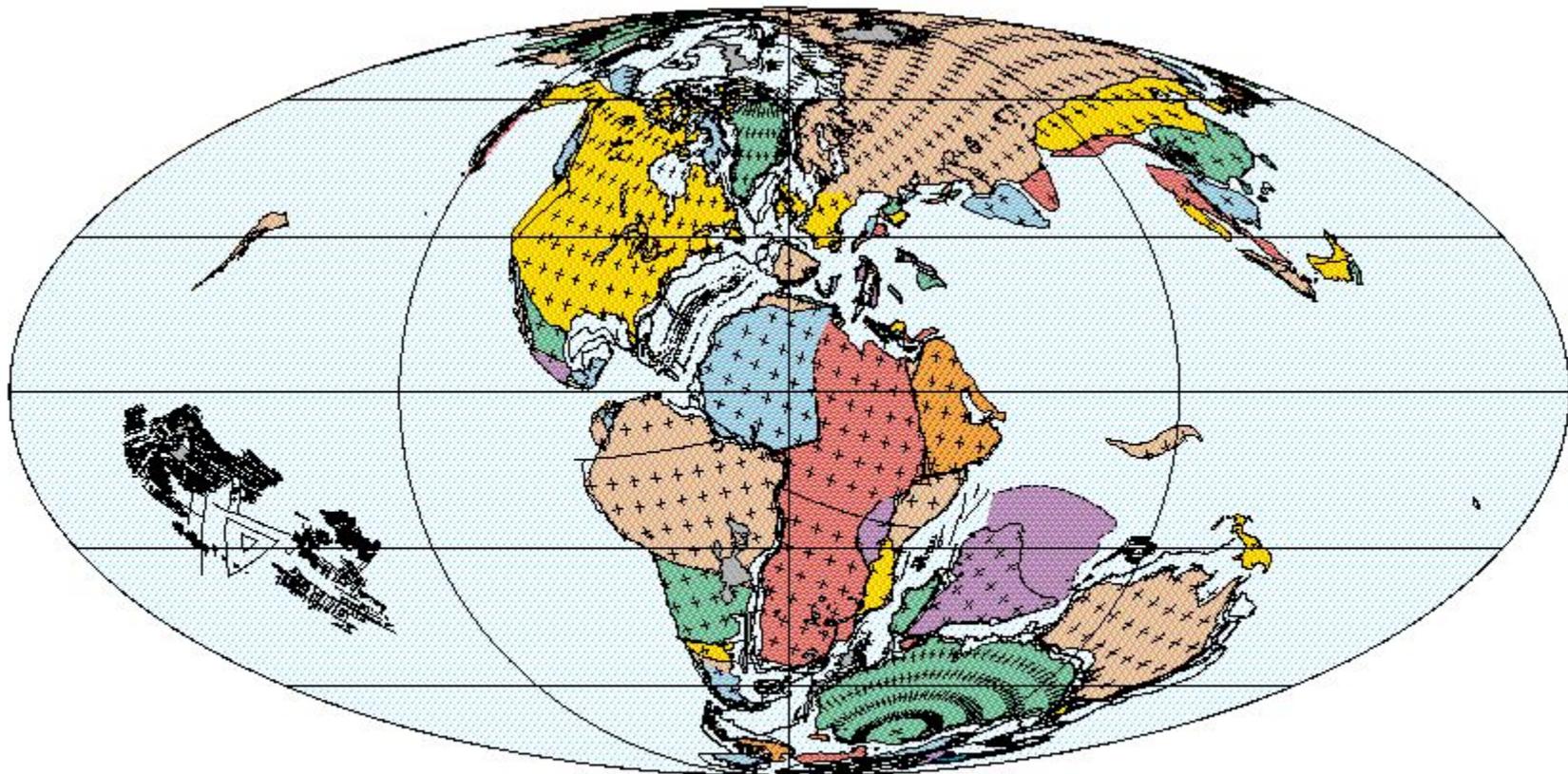
150 Ma  
Volgian (Late Jurassic)

PLATES/UTIG  
July 1999



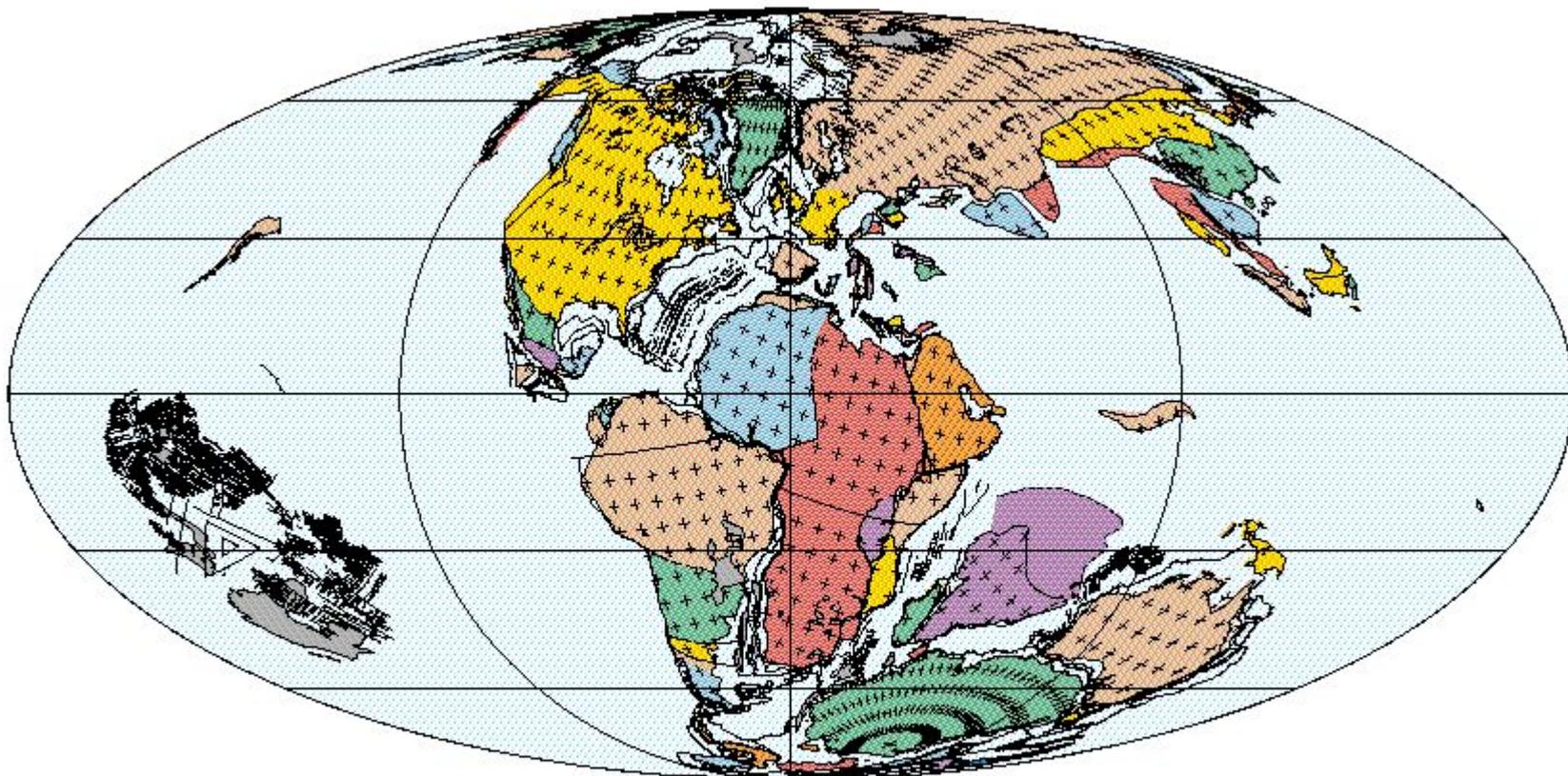
140 Ma  
Ryazanian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG  
July 1999



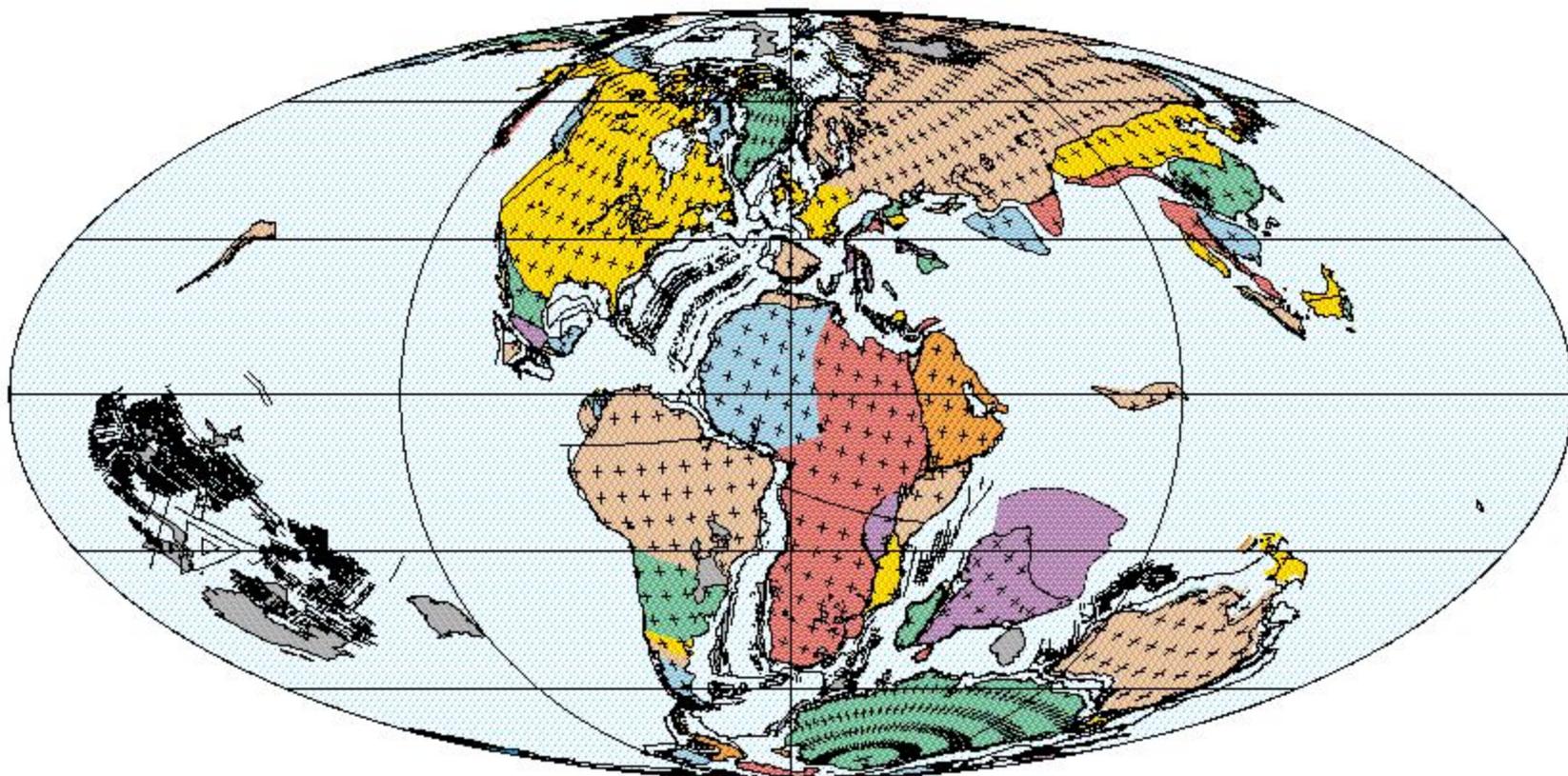
130 Ma  
Hauterivian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG  
July 1999



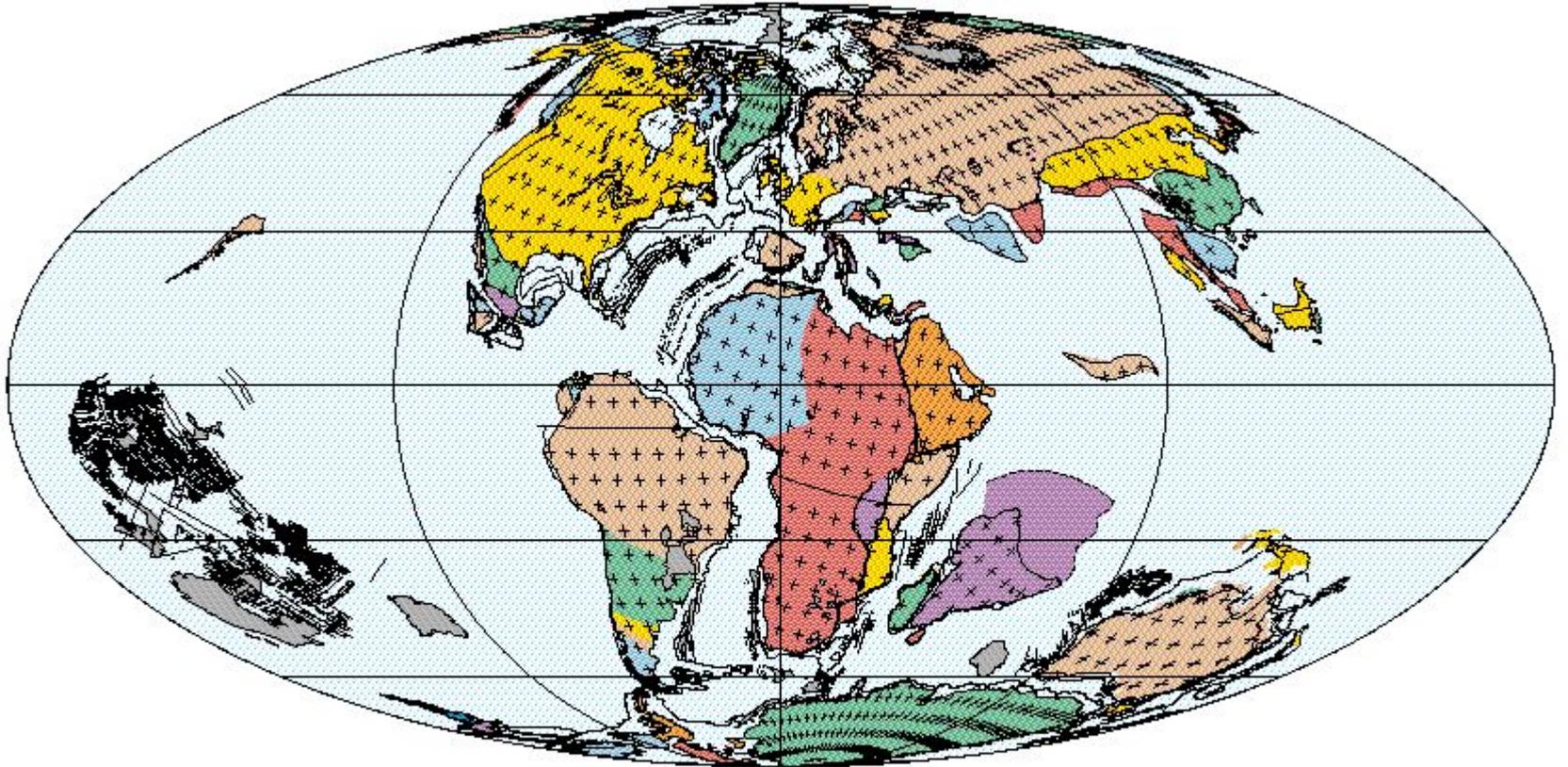
120 Ma  
Aptian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG  
July 1999



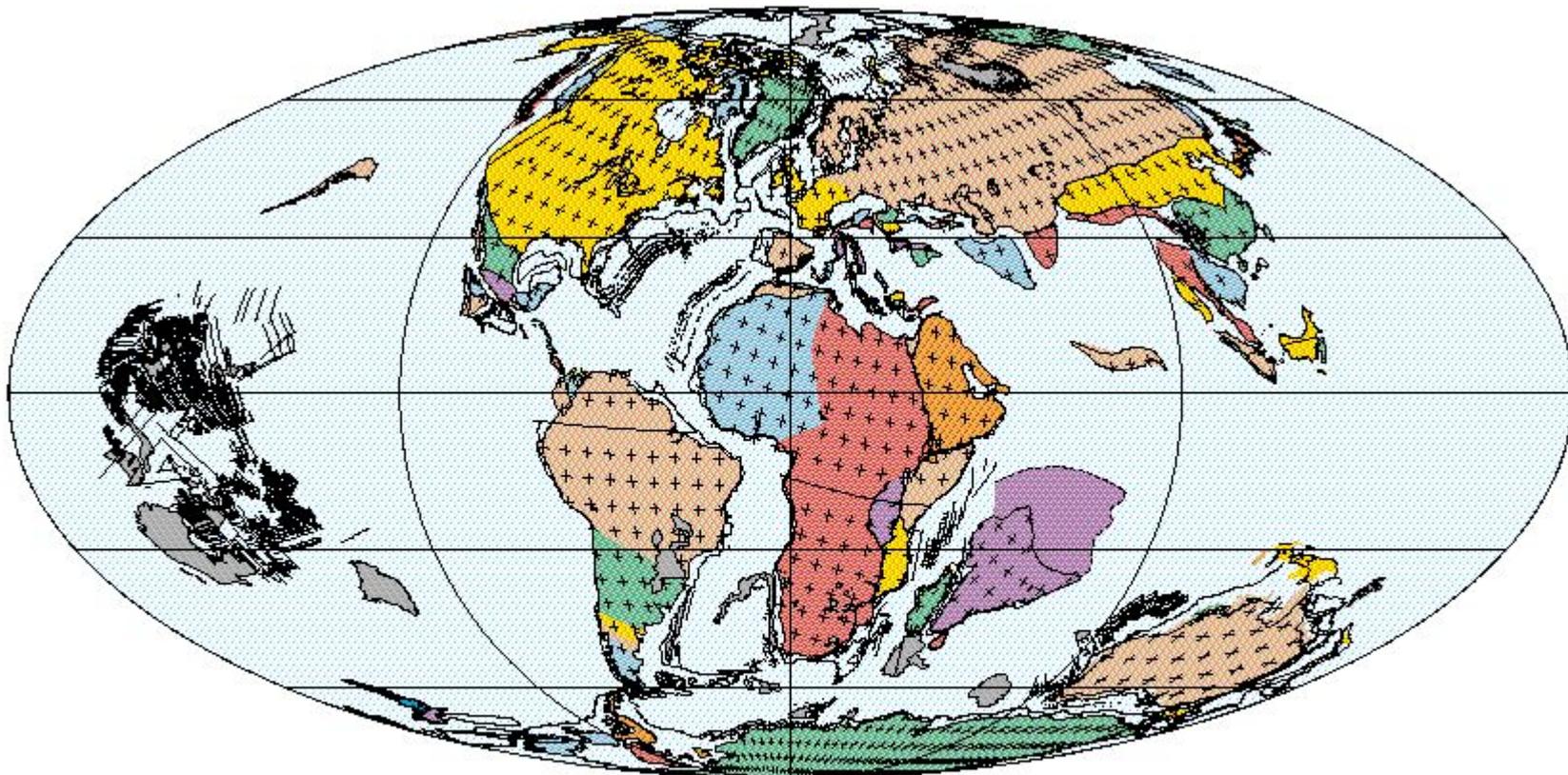
110 Ma  
Early Albian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG  
July 1999



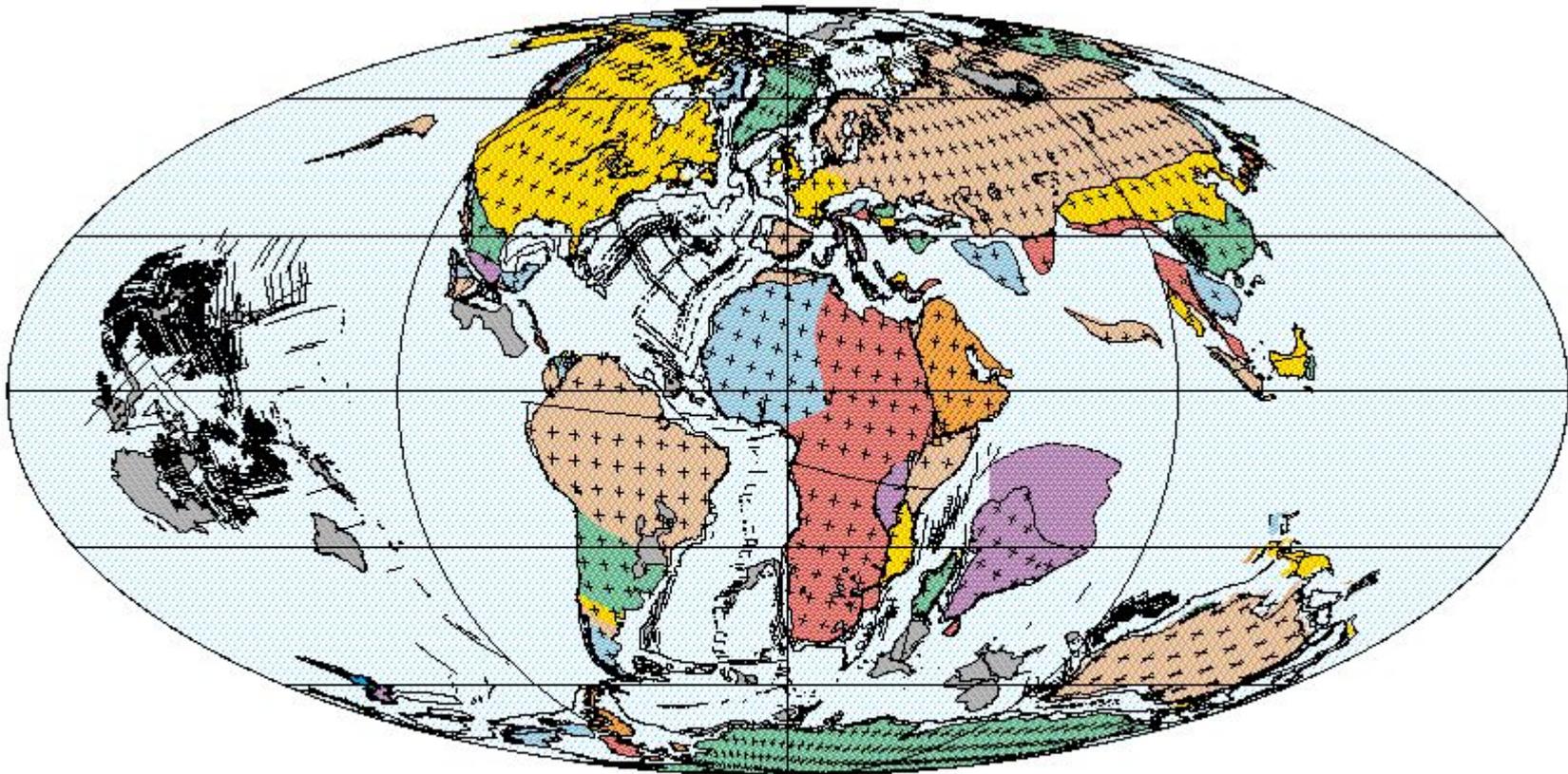
100 Ma  
Late Albian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG  
July 1999



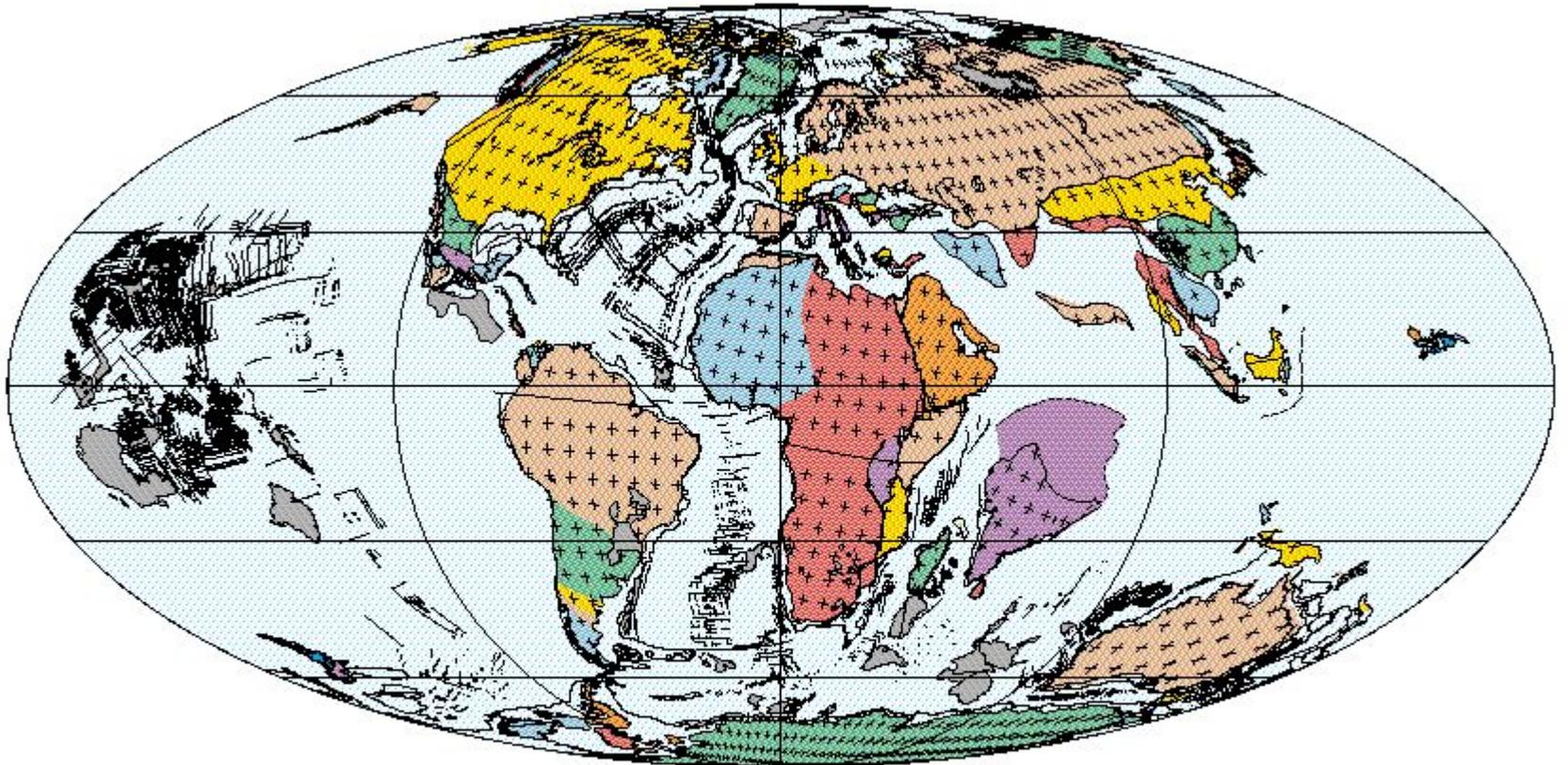
90 Ma  
Turonian (Late Cretaceous)

PLATES/UTIG  
July 1999



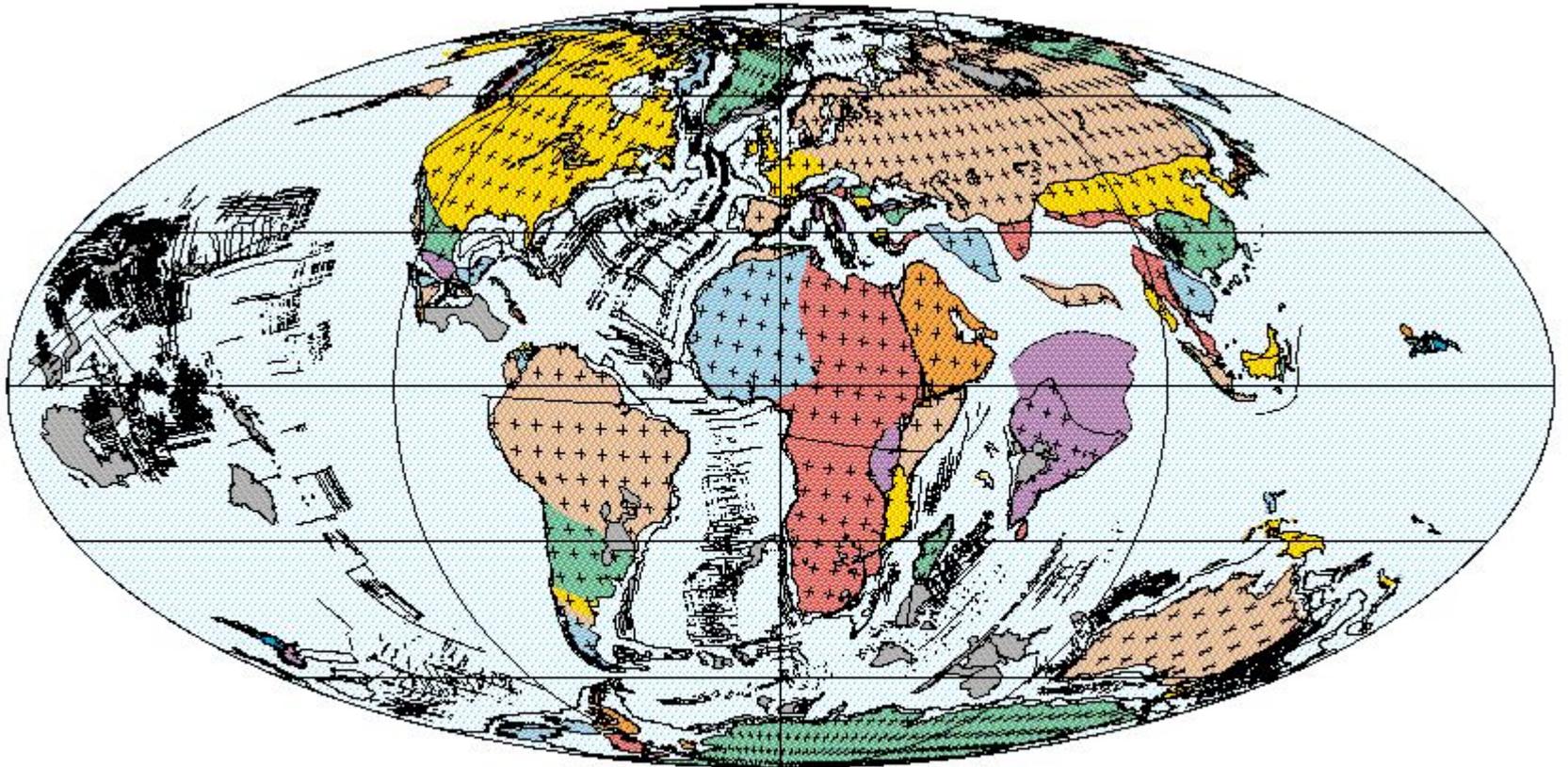
80 Ma  
Campanian (Late Cretaceous)

PLATES/UTIG  
July 1999



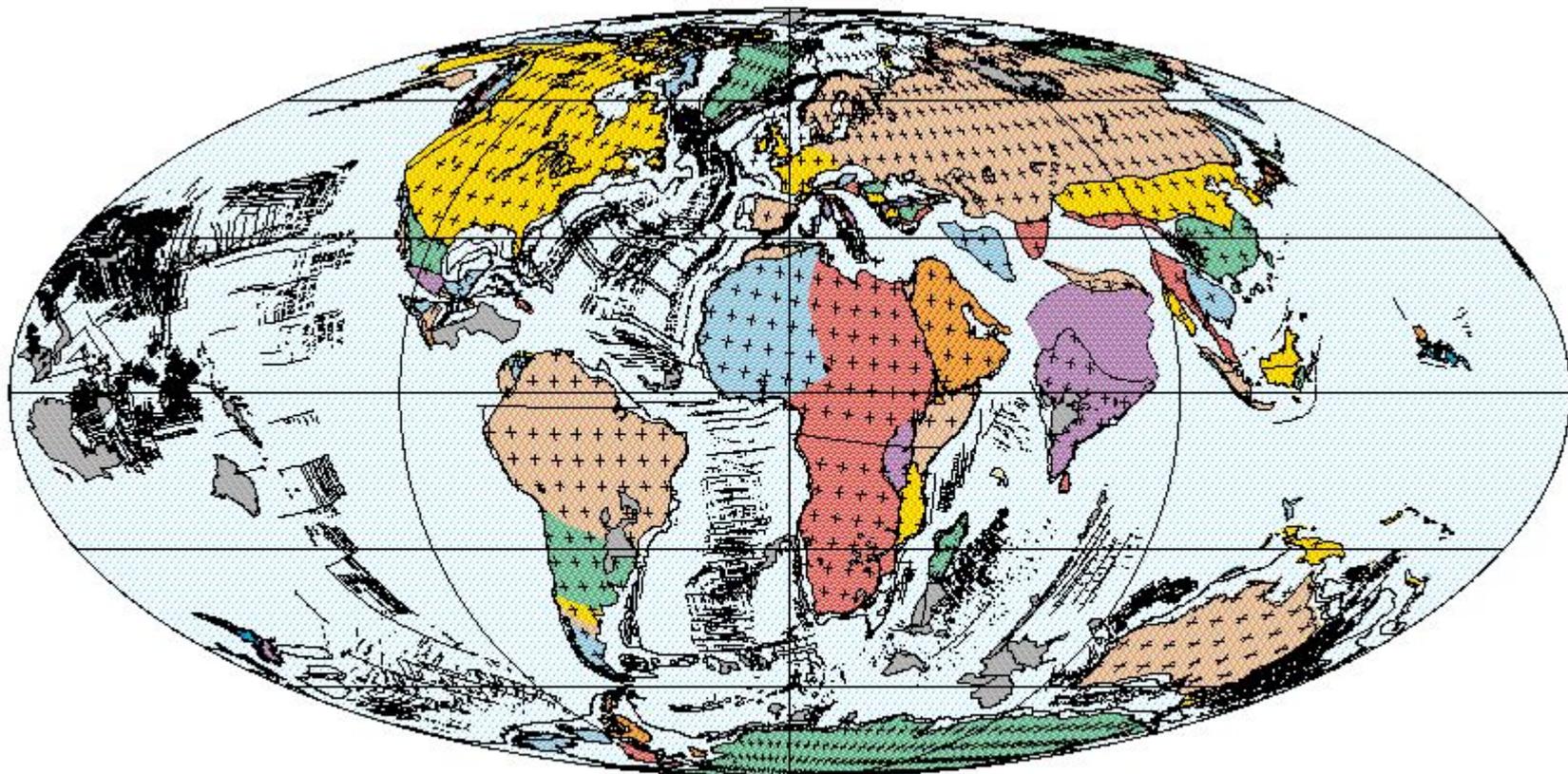
70 Ma  
Maastrichtian (Late Cretaceous)

PLATES/UTIG  
July 1999



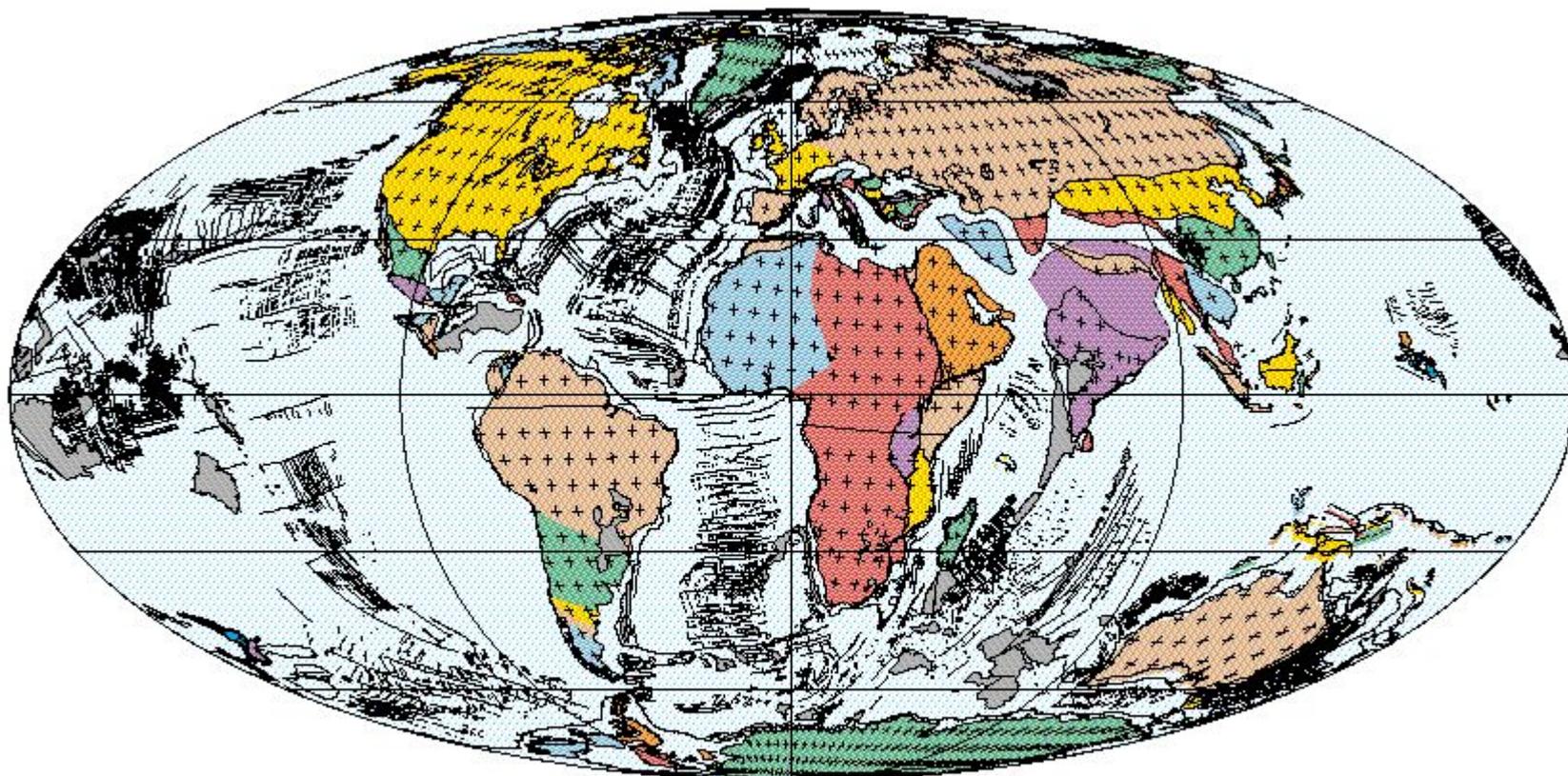
60 Ma  
Late Paleocene

PLATES/UTIG  
July 1999



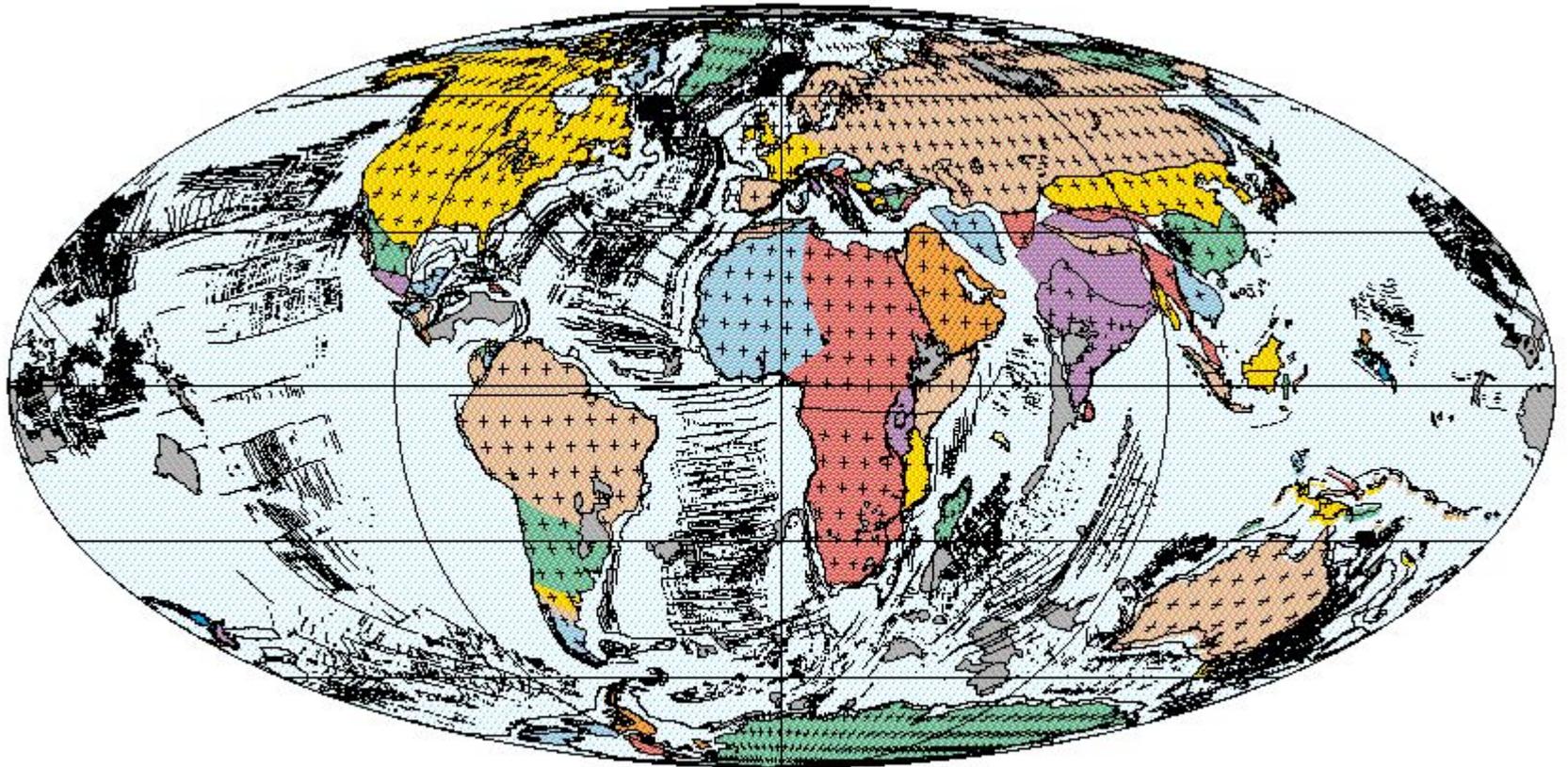
50 Ma  
Early Eocene

PLATES/UTIG  
July 1999



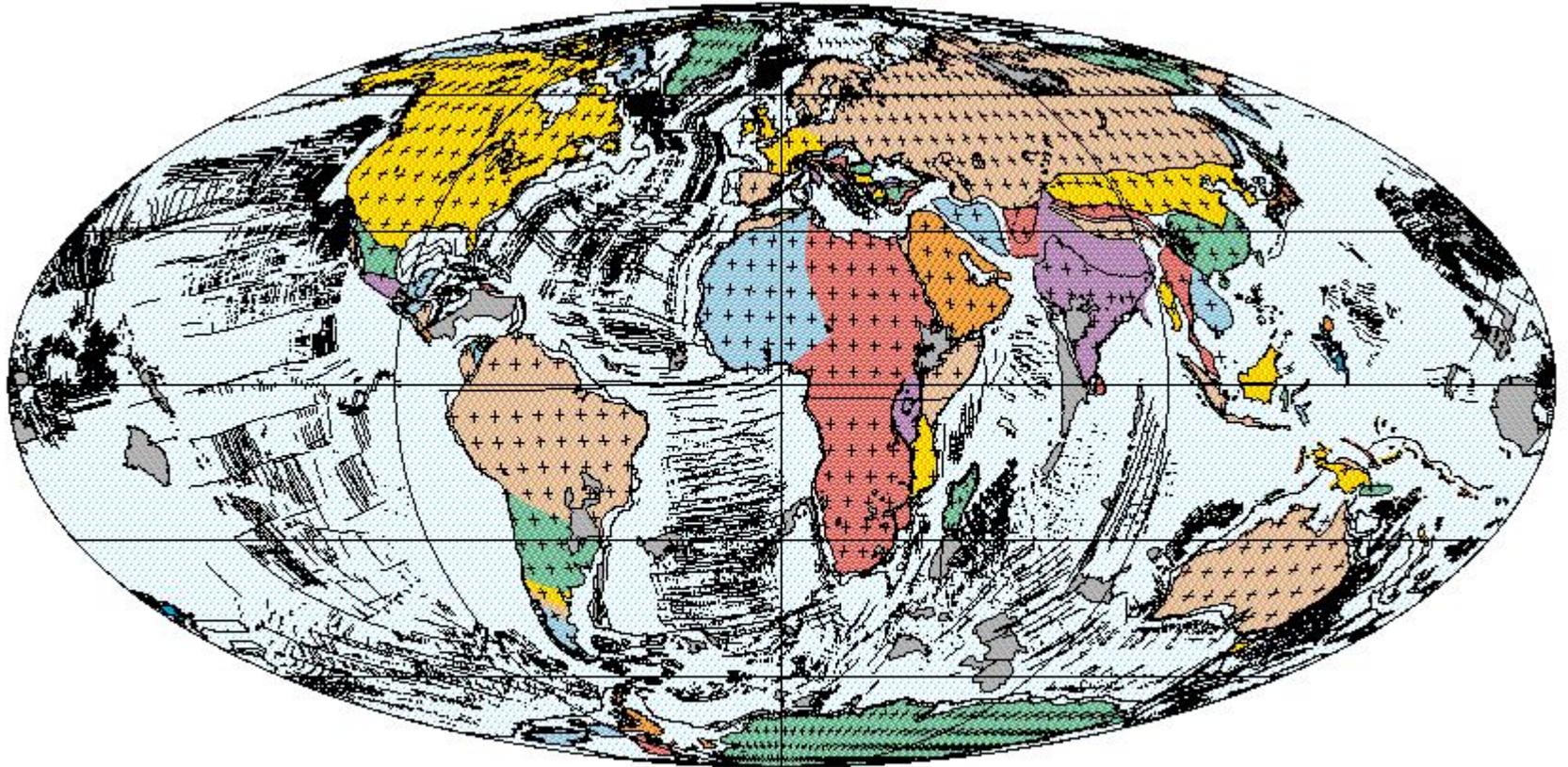
40 Ma  
Middle Eocene

PLATES/UTIG  
July 1999



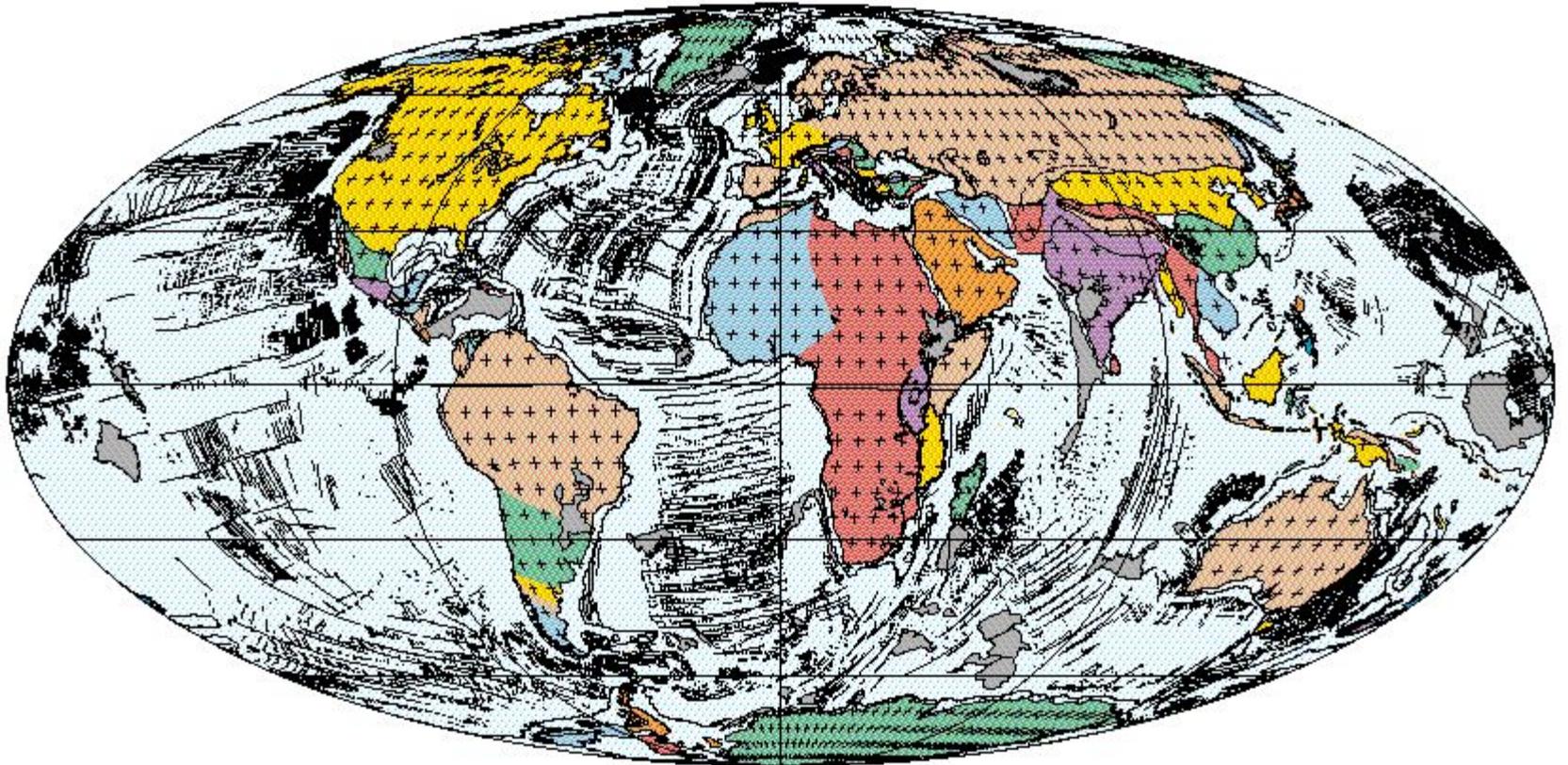
30 Ma  
Early Oligocene

PLATES/UTIG  
July 1999



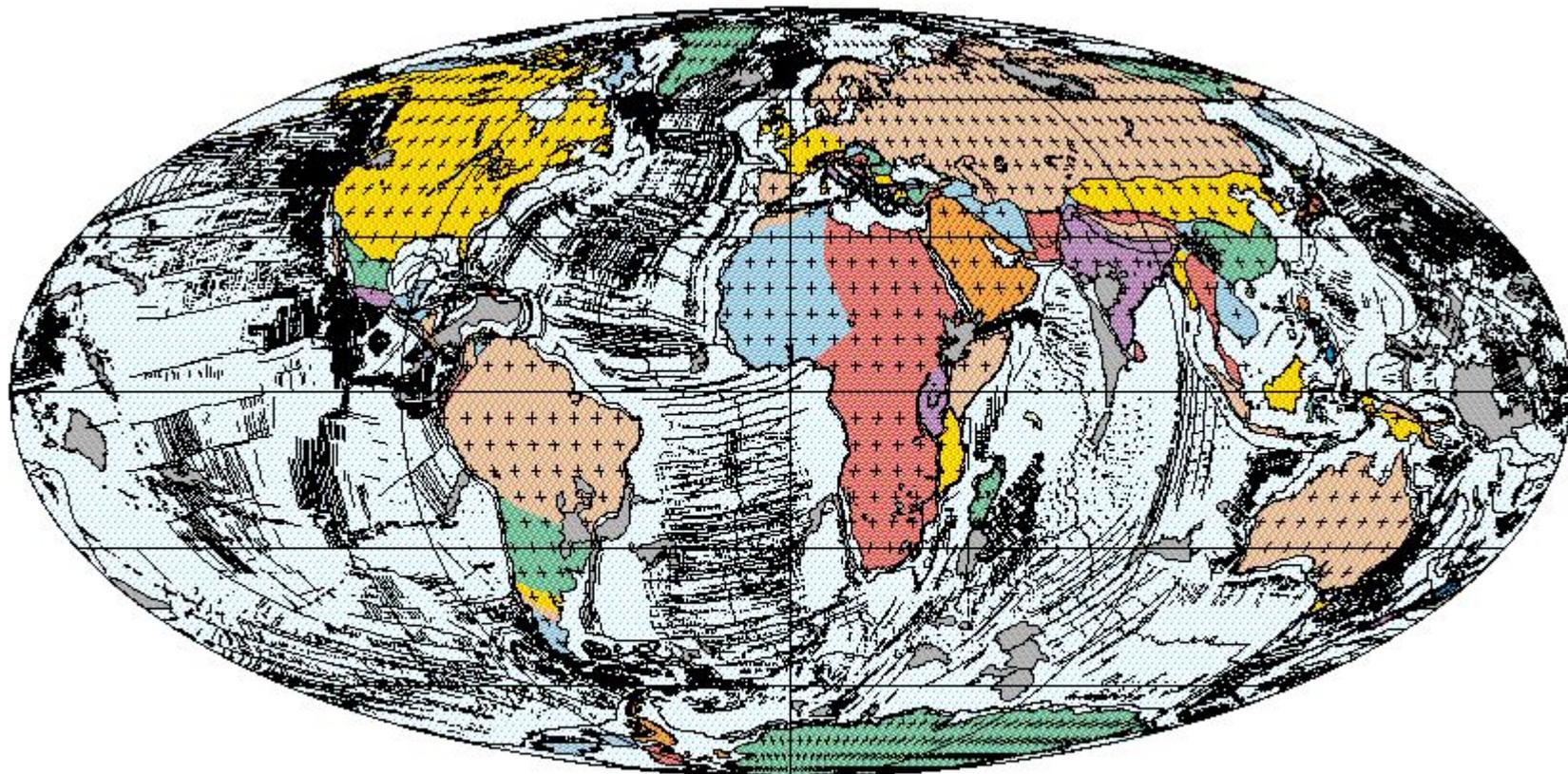
20 Ma  
Early Miocene

PLATES/UTIG  
July 1999



10 Ma  
Late Miocene

PLATES/UTIG  
July 1999



0 Ma  
Present Day

PLATES/UTIG  
July 1999