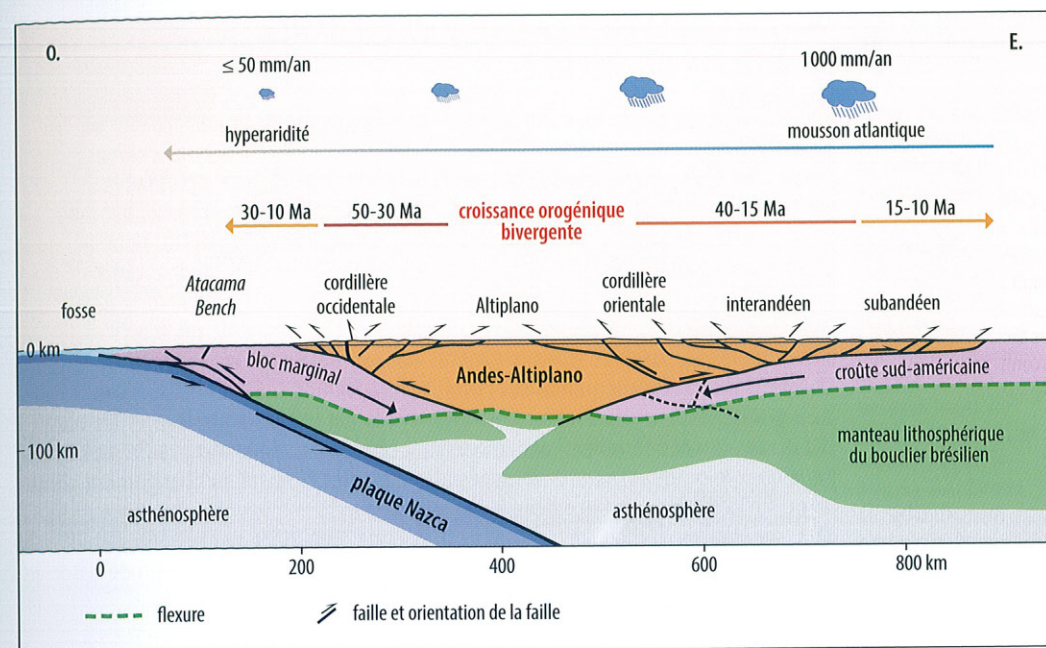
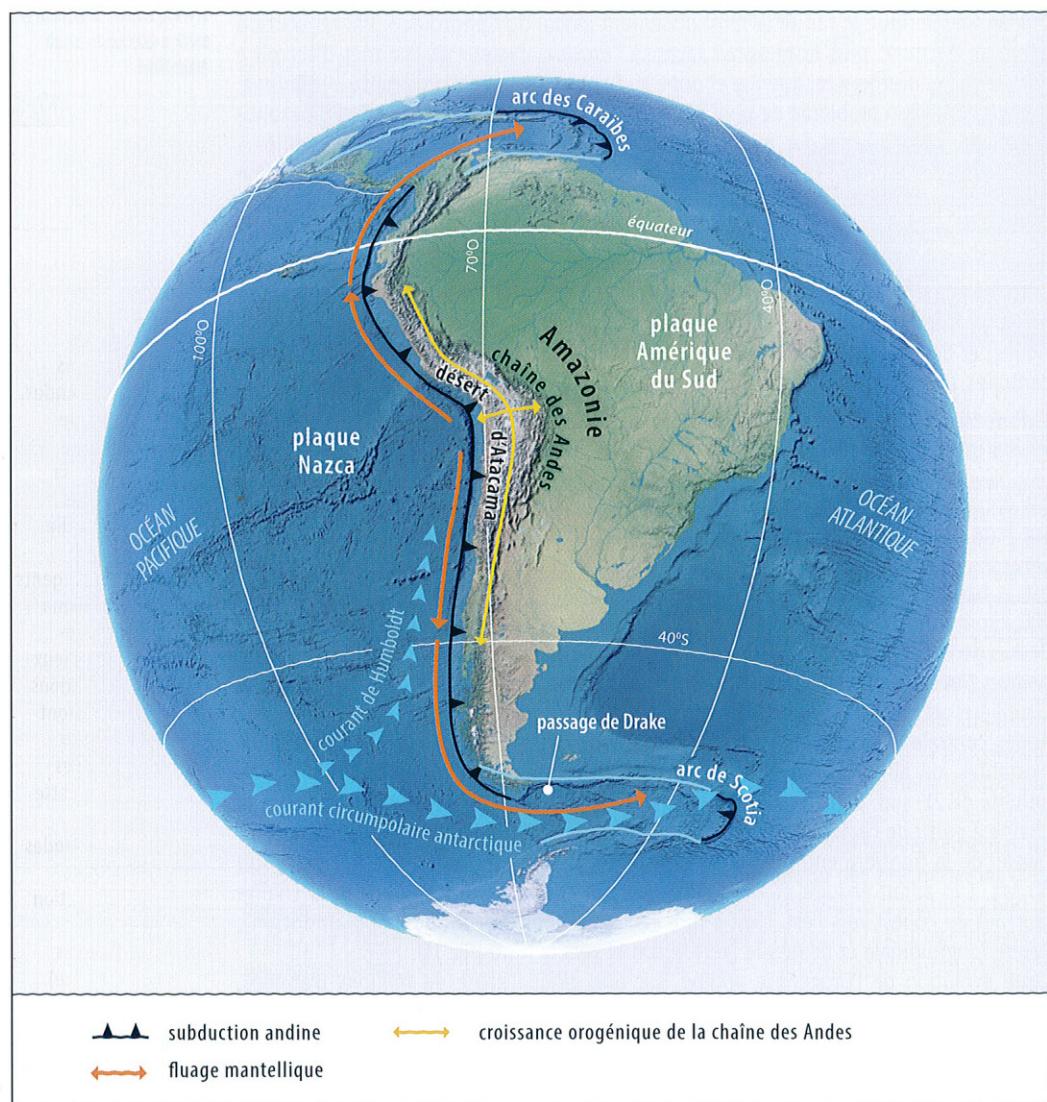


→ SURRECTION DES ANDES, RÔLE DU CLIMAT

Les périodes de création de grandes chaînes de montagnes et hauts plateaux de notre planète comme l'Himalaya-Tibet ou les Andes-Altiplano seraient-elles responsables des changements climatiques de la Terre ? Ou est-ce précisément l'inverse ? Les grands changements climatiques seraient-ils la cause, et non la conséquence, de ces grandes orogénèses ? Sur le très long terme, la tectonique des plaques, en modifiant la distribution géographique des continents, océans et reliefs, a une forte influence sur l'évolution du climat global. Ainsi, la formation de « supercontinents » au Paléozoïque (Pangée, Gondwana, Laurasia) aurait favorisé les climats extrêmes (aridité des cœurs continentaux, « supermoussons ») et probablement permis les glaciations carbonifères du Gondwana. Plus proche de nous dans les temps géologiques, et suivant une interprétation proposée dans les années 1990, l'érosion chimique des reliefs en croissance de l'Himalaya-Tibet depuis 50-40 millions d'années (Ma) aurait consommé une partie du CO₂ atmosphérique et induit le refroidissement global du Cénozoïque. Par réaction positive, le climat plus froid aurait favorisé l'érosion, facteur qui permet d'accroître encore le soulèvement tectonique et donc au final les reliefs et l'orogénèse elle-même. Il s'agit donc d'un problème de poule et d'œuf, à la fois de tectonique, de géomorphologie et de climatologie, qui, malgré son importance, reste encore dans l'ambiguïté. S'étendant sur plus de 5 000 kilomètres, la chaîne des Andes est reconnue comme une barrière orographique et tectonique majeure, avec des conditions climatiques opposées sur ses flancs ouest, vers le Pacifique, et est, vers l'Amazonie et la Pampa argentine. Récemment, son rôle prépondérant sur l'évolution du climat a été reconstruit sur la base d'arguments géologiques et géomorphologiques. Le point clé de la démonstration est fondé sur une description de l'évolution du paysage (associée aux conditions climatiques) et des structures géologiques sous-jacentes sur le versant pacifique des Andes centrales, au nord du Chili et au sud du Pérou. On y trouve le désert d'Atacama – réputé le plus aride du monde – et un système de grandes failles chevauchantes parallèles et de même vergence (vers l'ouest) que la zone de subduction entre la plaque océanique de Nazca et la plaque Amérique du Sud. Ce système chevauchant, dont l'importance n'a été découverte que récemment, est responsable du plus grand relief tectonique sur Terre (env. 13 km), entre la Cordillère andine occidentale et la fosse du Pérou-Chili. Deux structures morphologiques et tectoniques majeures sont distinguées : la première est la banquette d'Atacama (ou *Atacama Bench*), similaire à une terrasse géante de 100 kilomètres de largeur, entaillée par des canyons et perchée à un kilomètre au-dessus de la côte pacifique ; la deuxième est le chevauchement frontal andin (ou *West Andean Thrust*), de plusieurs milliers de kilomètres de longueur et situé à la base de la Cordillère occidentale. En replaçant ces structures dans une synthèse à l'échelle des Andes centrales faisant appel aux données géophysiques, géologiques et climatiques existantes, on aboutit à un nouveau modèle d'évolution de l'orogénèse andine à la latitude de 21° sud. Cette évolution se caractérise par une croissance progressive de la chaîne à partir de l'actuel point d'inflexion de l'Amérique du Sud (« coude » d'Arica, au niveau de la frontière entre le Pérou et le Chili). La chaîne y serait née il y a environ 50 Ma. Elle aurait ensuite grandi selon deux directions, l'une transverse à la chaîne (surtout de l'ouest vers l'est, c'est-à-dire vers l'intérieur du continent sud-américain), l'autre longitudinale et bilatérale (vers le sud et vers le nord [fig. 1]). Cette évolution de l'orogénèse andine, sur une cinquantaine de millions d'années, s'est faite en parallèle du refroidissement global de notre planète, marqué par le développement depuis 30 Ma des calottes glaciaires antarctique, puis des glaces arctiques. Tous ces phénomènes apparaissent guidés sur ces très longues périodes de temps par la circulation visqueuse du manteau terrestre en dessous et autour du continent

sud-américain, donc essentiellement par la tectonique des plaques. À l'échelle de l'ensemble du globe, la collision progressive entre les plaques Eurasie d'une part, Afrique et Inde d'autre part, a non seulement fait naître les chaînes des Alpes et de l'Himalaya, mais a aussi modifié le mouvement global des plaques. Sur la bordure

1. Contexte de la tectonique des plaques en Amérique du Sud. La subduction andine marque la zone de convergence entre les plaques Amérique du Sud (continentale) et Nazca (océanique). Une faible proportion de cette convergence forme la chaîne des Andes centrales qui s'est développée par une croissance à la fois transverse (vers l'ouest et surtout vers l'est) et longitudinale (vers le sud et vers le nord) schématisée par les flèches jaunes. En raison du mouvement global des plaques, le manteau asthénosphérique sous-jacent à la plaque de Nazca flue vers le nord et le sud (flèches orange), induisant la formation des arcs des Caraïbes et de Scotia et donc l'ouverture du passage de Drake. Cette ouverture permet l'établissement du courant circumpolaire antarctique et, ainsi, le refroidissement global.



ouest de l'Amérique du Sud, les changements dans le couplage entre les plaques et les flux mantelliques auraient alors provoqué à la fois le début de l'orogénèse andine et l'ouverture graduelle du passage de Drake – entre l'Amérique du Sud et l'Antarctique. Or, en permettant l'établissement du courant circumpolaire antarctique, cette ouverture du passage de Drake aurait elle-même induit les glaciations antarctiques et le refroidissement global.

Mais, sur le versant pacifique des Andes centrales, des épisodes emboîtés, de plus courte durée, ont également eu lieu. Il s'agit en particulier du processus de dessiccation par étapes successives du désert d'Atacama, responsable de la très forte réduction des vitesses d'érosion et de la formation par paliers du paysage en hauts plateaux. Comme les reliefs ne peuvent s'accroître indéfiniment, l'activité de grands chevauchements et l'épaississement de la croûte ne peuvent perdurer au même endroit sans une dose minimum d'érosion. Ainsi l'hyperaridification du désert d'Atacama, elle-même en partie due à l'intensification du courant froid de Humboldt, aurait virtuellement « figé » l'activité tectonique sur le flanc ouest des Andes. Elle aurait ainsi favorisé l'élargissement de la chaîne par migration des chevauchements vers l'intérieur du continent sud-américain et les régions plus érosives et plus humides de l'Amazonie. Ces enchaînements de phénomènes de plus courte durée seraient donc des rétroactions importantes du refroidissement global sur l'évolution géomorphologique et tectonique de l'orogène andin (fig. 2).
Sommairement, l'évolution de la chaîne des Andes sur le long terme (sur 50 Ma) et le refroidissement planétaire (depuis l'optimum climatique de l'Éocène inférieur) seraient gouvernés par la tectonique des plaques à l'échelle globale. Mais les épisodes morphotectoniques sur des durées typiques d'environ 10 Ma seraient pilotés par des épisodes d'accélération bien connus du refroidissement global, vers la fin de l'Éocène (il y a environ 33 Ma) et au Miocène moyen (il y a de 15 à 10 Ma). Le problème de poule et d'œuf serait ainsi en passe d'être résolu.

2. Intrication des mouvements dans l'orogénèse des Andes. L'orogénèse andine est d'abord induite par la plongée de la plaque Nazca dans l'asthénosphère. Elle s'accompagne des mouvements divergents de la zone d'Atacama et de la croûte sud-américaine, et de jeux de failles de directions antagonistes qui font apparaître les deux cordillères séparées par l'Altiplano. À cette évolution globale s'ajoutent des épisodes plus locaux et plus brefs, liés à l'évolution climatique de la région (représentés en haut de la figure).