

Le Cervin est-il africain ?

Une histoire géologique
entre les Alpes et notre planète

Michel Marthaler

4^e édition

Relecture: *Leroylire*, Lausanne

Maquette et mise en page: Marc Dubois,

Graphisme éditorial, Lausanne

Photographies de couverture: Nelik, Shutterstock
(éléphants), NK Editions (Cervin)

Photomontage de la couverture et photolithographie:
Martine Séchaud, *à point nommé*, Vufflens-la-Ville

Edition 2014 (4^e édition)

© LEP Loisirs et Pédagogie SA, 2001

Le Mont-sur-Lausanne

ISBN 978-2-606-01506-0

LEP 920119 C1

I 0814 3SRO

Imprimé en Suisse

Tous droits réservés pour tous les pays

www.editionslep.ch

Le regard d'un astronaute

La montagne est associée à mes plus anciens souvenirs d'enfance. Nous passions en famille tous nos étés dans la région des Ormons, au pied de la « nappe des Diablerets », comme dit Michel Marthaler. La beauté du site n'est plus à décrire. Mais c'est vers le ciel, libéré des impuretés de la ville, que les formidables à-pics des Alpes vaudoises conduisaient déjà nos regards d'enfants et d'adolescents.

Plus tard, c'est à l'observatoire du Gornergrat que j'ai effectué mes premières observations astronomiques. Le paysage est évidemment sublime. Juste en face, le pic de roc et de glace, le Cervin, immense superbe, solitaire, salué à distance par des sommets parfois plus hauts, peut-être plus difficiles à gravir, mais incomparables à l'austère splendeur du seigneur des Alpes. Au-dessus, le ciel le plus vaste et le plus clair de l'Europe centrale. Et tout cela était, comme le dit si bien l'auteur de ce livre, baigné par le flot d'un océan africain dont émergeait le radeau « Matterhorn ». Miracle d'une évolution parvenue à son stade de maturité actuel, pleine d'une harmonie rayonnante.

A bien des égards, l'attraction que l'on peut avoir pour la montagne est proche de celle de l'espace. Toutes deux exigent un engagement total, une discipline de tous les instants. On ne s'engage dans une ascension délicate ou dans un vol spatial qu'après un entraînement poussé, qu'avec un équipement adapté aux conditions extrêmes toujours possibles, qu'en prêtant une attention de tous les instants à l'évolution de la situation. C'est cette similitude que nous avons voulu marquer, mon collègue astronaute Jeff Hoffman et moi, en gravissant le Cervin après deux de nos voyages dans l'espace, accompagnés de membres de nos familles et amis proches, et en goûtant au fruit délicieux de l'effort et du dépassement de soi.

Aucun des vols spatiaux auxquels j'ai participé jusqu'ici ne m'a amené à survoler les Alpes ; en revanche, leur orbite, peu inclinée par rapport à l'équateur, m'a permis d'observer souvent les massifs himalayens et surtout l'Everest, impressionnante pyramide blanche au milieu d'un fantastique entrelacs de vallées et de chaînes montagneuses, apparemment figées à jamais. C'est sans doute l'un des aspects les plus spectaculaires de la Terre que l'on puisse avoir de l'espace.

En tant qu'astronome, je m'attendais à recevoir le choc de ma vie en observant le cosmos depuis la navette spatiale en orbite terrestre. Je n'ai pas été déçu : le noir indescriptible des espaces profonds, l'éclat et la netteté des étoiles comptent parmi les plus belles récompenses de ceux qui s'affranchissent pour la première fois des contraintes terrestres. Mais la planète Bleue – la Terre que nous frôlons à une altitude de 300 à 600 km à peine et qui est la vedette de notre film intérieur, en gros plan en permanence – reste la perle du cosmos, l'expression de la beauté à l'état pur, infiniment délicate et fragile. Comme le montre bien le livre de Michel Marthaler, cet astre évolue sans cesse sous l'action du temps et, de plus en plus, par l'intervention de ceux qui la peuplent. Occupation ne signifie pas destruction : la Terre, dont nous ne sommes que les locataires éphémères, doit permettre à toutes les formes de vie de perdurer sur la voie difficile de leur évolution. C'est l'un des enseignements que j'ai retirés de mon expérience spatiale et que je voulais partager avec les lecteurs de ce très beau livre.

CLAUDE NICOLLIER

Astronaute de l'Agence spatiale européenne (ESA)

Le point de vue d'un géologue

De toutes les chaînes de montagnes de notre planète, les Alpes ont été les premières et les mieux étudiées. L'importance de leur complexité a été révélée par les travaux de plusieurs générations de géologues alpins. C'est ainsi que furent découvertes les premières grandes unités de roches déplacées sur de grandes distances, ou nappes de charriage. C'est également dans les Alpes que furent élaborés les principes de reconstruction paléogéographique cohérents. Malgré l'extrême complexité de détails géologiques, une compréhension satisfaisante de la genèse alpine est devenue possible grâce au développement de la géophysique et de la géologie océanique. Ce sont elles qui, dans les années 60, ont apporté une explication globale à la formation des chaînes de montagnes, par la théorie de la tectonique des plaques.

Même si une reconstruction de l'évolution géologique et topographique des Alpes est donc devenue possible, il restait très difficile d'en faire la synthèse sur un nombre de pages restreint et de façon relativement simple. C'est cependant ce tour de force que Michel Marthaler a réussi dans le présent ouvrage. Son texte enthousiasmant, soutenu par de magnifiques panoramas, de nombreux dessins, cartes et schémas, raconte la naissance et la disparition progressive des océans et continents qui ont participé à la formation des Alpes. Malgré la simplicité relative du texte, les explications données sont précises et correspondent à nos connaissances actuelles. En plus, à

l'aide d'exemples comparables et contemporains dans d'autres régions du globe, le lecteur se rend mieux compte des phénomènes qui ont précédé et contrôlé la formation d'une région montagneuse comme celle de nos Alpes. Ce livre fait donc le lien entre la géologie régionale et mondiale. L'utilisation du jargon scientifique a été réduite le plus possible, et là où cela n'était pas possible, un lexique au bas des pages explique simplement les termes géologiques utilisés. L'adéquation du texte et des images révèle aussi un grand sens de la pédagogie chez l'éditeur et l'auteur. Finalement, ce dernier a réussi à donner une bonne notion de la lenteur relative des processus géologiques et de l'incroyable durée de l'histoire alpine comparées aux vitesses stressantes de la vie moderne.

Il s'agit donc d'un livre essentiel, pour les enseignants et étudiants en sciences naturelles, pour les géologues peu familiarisés à la géologie alpine, et surtout pour tous les curieux des sciences et de la nature, qui veulent en savoir plus sur la naissance, l'évolution, et l'érosion d'une chaîne de montagnes comme les Alpes. Cet ouvrage s'adresse également à toutes les personnes qui aiment, parcourent ou habitent les régions alpines, en ignorant l'histoire passionnante des paysages et des roches cachées sous leurs pieds.

ARTHUR ESCHER

*Professeur honoraire des Universités
de Lausanne et de Genève.*

Pour mieux lire et comprendre ce livre

L'histoire des Alpes est compliquée. Elle fait appel à des notions et des termes scientifiques, à de nombreux événements géologiques que ce livre tente d'expliquer, le plus souvent sous la forme d'un récit ou d'une pièce de théâtre. En effet beaucoup de « personnages » se disputent le devant de la scène, comme pour faire de l'ombre au Cervin. Le lecteur non-géologue devra donc se familiariser avec toute une série de noms, qui sont entre autres ceux des acteurs qui ont construit les Alpes. Qu'il ne s'effraie donc pas trop vite de mots utilisés dans un sens bizarre comme briançonnais, piémontais, valaisan ; grâce au lexique, aux figures et leurs légendes il pourra se familiariser petit à petit avec cette étrange tribu de morceaux de continents, de petits bouts d'océans. Beaucoup de figures sont des cartes et des coupes des différentes étapes qui ont amené à la construction des Alpes. Elles apparaissent dans un ordre chronologique tout au long du récit, mais ont été rassemblées à la fin de l'ouvrage pour une vision plus synthétique et résumée du scénario géologique.

Après une introduction sur l'incroyable mémoire enfermée dans les paysages et les roches des montagnes, le premier chapitre traite des grands phénomènes géologiques d'origine profonde qui animent notre planète aujourd'hui, mais qui l'ont, en fait, de tout temps secouée : volcans, tremblements de terre,

dérive non seulement des continents mais aussi du fond des océans. Le lecteur devra donc s'attarder sur quelques notions de base : la distinction entre une marge active et une marge passive, expliquée à l'aide du dessin d'une coupe à travers notre globe, à la page 14. Cette distinction fondamentale est ensuite illustrée à l'aide des cartes du fond des deux grands océans de notre planète : le Pacifique et l'Atlantique. Au cours de cette grande vadrouille planétaire, le lecteur-voyageur devra aussi essayer d'assimiler quelque peu le vocabulaire géologique de base (défini en gras), qui lui permettra d'entrer dans le vif du sujet : l'aventure qui va emmener les roches africaines du Cervin jusqu'en Europe grâce à l'ouverture puis à la disparition d'un océan, la Téthys.

Comme cette histoire va durer 250 millions d'années (de la fin de l'ère primaire jusqu'à notre présent, la période quaternaire), l'introduction s'achève sur l'image d'un film qui déroule le temps géologique. Cette figure (p. 12), reprise dans les différents chapitres du livre, va aider le lecteur à se repérer dans les cinq grandes étapes (chapitres II à VI) de l'histoire et de la géographie de notre planète qui ont conduit à la formation des Alpes.

Souhaitons-lui bon voyage, dans l'espace et le temps de notre bonne vieille Terre !

Avertissement concernant la bibliographie

Le texte principal contient des petits numéros qui renvoient à la bibliographie en fin de volume. Il s'agit d'une orientation plutôt qu'une bibliographie exhaustive.

Car un peu plus d'une centaine de citations bibliographiques pour un livre sur la géologie des Alpes et la géodynamique de notre planète, c'est peu et beaucoup.

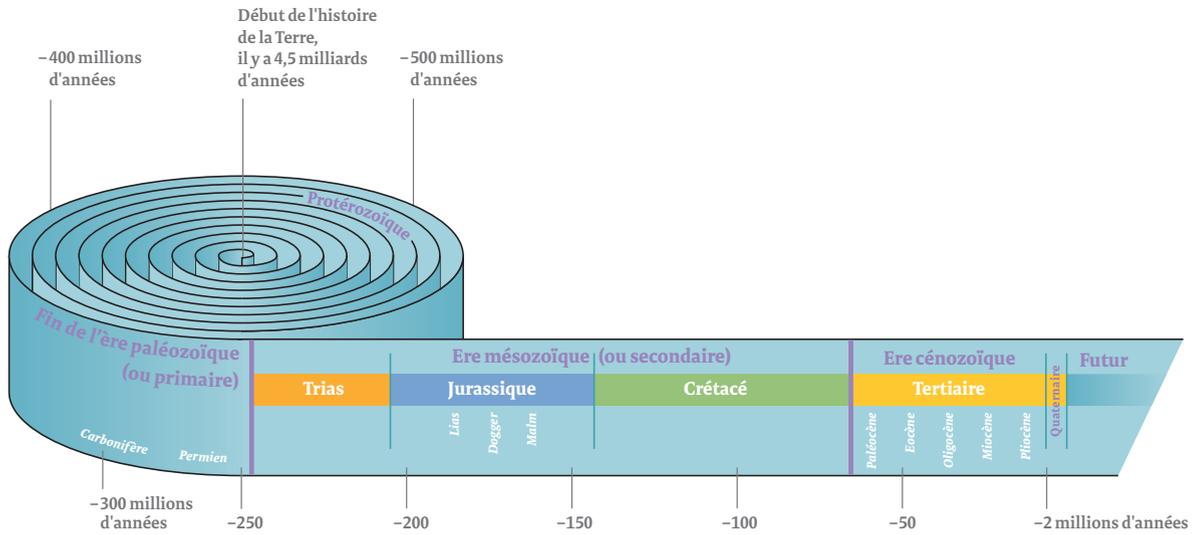
Beaucoup, car le public non-spécialiste pourra se contenter de la référence des livres et de quelques brochures de « vulgarisation » (cités avec l'année de publication à la fin, après l'éditeur) ; les articles scientifiques (cités avec

l'année de publication après les auteurs) étant souvent trop spécialisés.

Peu, car mes collègues géologues trouveront la bibliographie incomplète. Il aurait fallu citer plus de mille références... Qu'ils me pardonnent donc un choix souvent très partiel parmi la très grande quantité de travaux publiés. Néanmoins, certains articles de synthèses cités (résultats du PNR 20, *Deep Structure of the Alps*, Fonds national suisse de la recherche scientifique, programmes ECORS France, CROP Italie) ainsi que les notices explicatives des cartes géologiques (Office fédéral de topographie, Swisstopo) contiennent une abondante bibliographie.

TABLE DES MATIÈRES

	AVANT-PROPOS				ANNEXE I : RÉSUMÉ EN IMAGES DU SCÉNARIO DE LA FORMATION DES ALPES
3	Le regard d'un astronaute				88 La déchirure de la Pangée et la naissance de la Téthys au cours du Trias
	PRÉFACE				89 L'expansion de l'océan et l'enfoncement de ses marges au cours du Jurassique
5	Le point de vue d'un géologue				90 La subduction sous l'Apulie et la construction du prisme au cours du Crétacé
	AVERTISSEMENT				91 La collision souterraine entre l'Europe, l'Ibérie et l'Apulie au cours du Cénozoïque (ère tertiaire)
6	Pour mieux lire et comprendre ce livre				92 Le soulèvement des Alpes et l'érosion qui l'accompagne, de la fin du Tertiaire au Quaternaire
	INTRODUCTION				ANNEXE II
9	La prodigieuse mémoire de notre Terre				93 Bibliographie
	CHAPITRE I				ANNEXE III
13	Continents et océans : la grande vadrouille				103 Pour en savoir plus
	CHAPITRE II				ANNEXE IV
21	La déchirure de la Pangée				104 Index
	CHAPITRE III				ANNEXE V
31	La mer Téthys et ses frères océaniques				108 Glossaire
	CHAPITRE IV				ANNEXE VI
41	La subduction, ou la noyade des océans				111 Remerciements
	CHAPITRE V				
49	La collision : un lent et profond carambolage				
	CHAPITRE VI				
69	Les humains, les glaciers, les Alpes aujourd'hui				



La déchirure de la Pangée

La mer et l'océan Téthys

La subduction

La collision

Les humains et les glaciers

Les différents chapitres de l'histoire des Alpes, inscrits dans le déroulement du temps géologique.

Le temps de la Terre semble s'accélérer

Le temps va donc nous paraître s'accélérer, puisqu'en une centaine de pages, il va falloir raconter une histoire de plus de 250 millions d'années! Il est difficile de s'imaginer l'immensité de temps que cela représente, puisqu'un seul million d'années correspond déjà au temps écoulé pour 40 000 générations humaines! De plus, cette épopée débutera bien après la création ou la naissance de l'Univers, il y a 15 milliards d'années², ou de celle de la Terre, voici 4,5 milliards³, même beaucoup plus tard que l'apparition encore mystérieuse de la vie⁴, qui a eu lieu environ 3,5 milliards d'années avant l'an 2000. Autour de l'an 250 millions avant notre ère, notre planète avait déjà passablement roulé sa bosse:

au cours des immenses et interminables ères protérozoïque et paléozoïque (ou primaire), les continents s'étaient déjà séparés puis rassemblés plusieurs fois⁵; c'est en fait l'histoire de leurs dernières péripéties, associées à celles des océans, qui va être retracée.

Mais avant de commencer notre récit, il est nécessaire de poser quelques bases pour tenter d'expliquer un des grands paradoxes de la géologie: les montagnes sont filles de la profondeur et du bord de la mer. En effet, si l'on veut comprendre la généalogie d'une chaîne de montagnes, il faut aller chercher comment naît, grandit, vieillit et meurt un océan. En d'autres termes, et c'est là un des grands intérêts de la géologie alpine: étudier le passé des Alpes, c'est aussi comprendre le présent de notre Terre⁶.

Continents et océans : la grande vadrouille

A la fin des années 1960, une révolution scientifique ébranla le monde des sciences de la Terre: c'était le nouveau concept de la «tectonique des plaques»⁷, qui réhabilitait les idées géniales d'Alfred Wegener⁸ et d'Emile Argand¹ sur la dérive des continents. Aujourd'hui, cette nouvelle discipline s'appelle la géodynamique; elle étudie les forces qui régissent les transformations lentes (à l'échelle humaine) de notre planète: l'ouverture, la dérive et la fermeture des océans⁹; la déformation, l'accroissement, la dérive et la déchirure des continents^{10, 11}; la naissance des îles et des montagnes¹¹ émergeant de l'écume de la mer et de la terre¹². Notre planète est pour cela peut-être une exception dans l'univers: elle possède certaines caractéristiques d'un être vivant: une lente circulation, respiration et digestion, dont nous ne percevons que les hoquets et étournements, sous forme de tremblements de terre et d'éruptions volcaniques.

Une énorme machine thermique

La structure de notre globe évoque les grands traits d'une cellule vivante: un noyau¹³ très chaud (5000 °C), dense (12 fois plus lourd que l'eau), solide au centre (la graine) et entouré d'une couronne liquide. Ce noyau riche en fer et en atomes lourds est bourré d'énergie dont la source vient probablement de réactions de désin-

tégration nucléaire d'une part, de la croissance de la graine solide³ d'autre part. L'énergie radioactive produite par notre Terre n'est cependant pas comparable à celle que dégage le soleil, puisque la température de ce dernier avoisine le million de degrés, grâce à la fusion nucléaire. Entourant le noyau terrestre, un **manteau** chaud et plastique est animé par de gigantesques courants de convection, comparables à de grands cyclones atmosphériques; ceux-ci déplacent de fines portions de **lithosphère** (les parois de notre cellule), appelées aussi **plaques** lithosphériques. Ce terme de «plaque» n'est pas très suggestif; dans notre comparaison, celui de paroi, de peau, de pelure ou de radeau rocheux serait plus approprié.

Des radeaux en forme de plaques

Regardons maintenant d'un peu plus près cette peau ou ces radeaux rocheux de notre planète. Sur une carte simplifiée du monde (page 15), les plaques lithosphériques apparaissent comme les pièces d'un puzzle dont les limites sont le plus souvent dans le fond des océans, parfois en bordure des continents (limite ouest de l'Amérique) et même à l'intérieur d'un continent (limite Inde-Eurasie). Ce dernier cas intéresse beaucoup les géologues, car ce sont les endroits où s'édifient (et se sont construites en profondeur) des chaînes de montagnes¹¹, telles que l'Himalaya ou les Alpes.⁶

Manteau: grande partie de notre planète enserrée entre la croûte terrestre et le noyau, composée principalement de silicates de fer et de magnésium. Les roches issues du manteau tout à fait supérieur (ou manteau lithosphérique) sont appelées des péridotites (voir p. 32). La densité du manteau augmente de 3 (base de la croûte) à 5 (sommet du noyau). Sa température passe également de 1000 °C à 4000 °C vers la profondeur. Grâce aussi à la radioactivité naturelle du manteau, ce fort gradient géothermique est une des causes des grands courants de convection qui brassent tout le manteau. Ce concept de manteau est déjà relative-

ment ancien; on préfère aujourd'hui distinguer les notions de lithosphère, partie rigide et tout à fait supérieure du manteau, associée à la croûte terrestre, celle d'asthénosphère, partie supérieure et très plastique du manteau, enfin celle de mésosphère, la partie inférieure et visqueuse du manteau. **Lithosphère:** enveloppe externe, solide et rocheuse (*lithos* = pierre) de la Terre. Mais cette enveloppe est aussi mobile et discontinue, car subdivisée en différentes plaques. L'épaisseur moyenne de la lithosphère est d'une centaine de kilomètres, mais elle devient beaucoup plus mince près des dorsales médio-océa-

niques. Au contraire, la lithosphère est fortement épaissie, parfois dédoublée sous les chaînes de montagnes. La lithosphère est constituée par la croûte terrestre (océanique ou continentale) en surface et par la partie tout à fait supérieure du manteau «froide» et rigide en dessous. Sous les marges passives, c'est la lithosphère qui assure la solidité entre croûtes continentale et océanique.

Plaque: grande portion de lithosphère mobile à la surface du globe, limitée par des dorsales, des zones de subduction, ou des failles. Une plaque peut être océanique (ex. la plaque pacifique) ou continentale et océanique (ex. la plaque africaine).

Les gneiss des Follatères, près de Martigny, sont parmi les plus vieilles roches datées en Suisse (environ -500 millions d'années).

Elles font partie du très vieux socle continental qui formait le soubassement de la Pangée¹⁸. Les gneiss sont des roches dures, claires et massives, typiques de la croûte continentale. Fréquemment associées aux granites, ces roches forment souvent des escarpements ou de hautes montagnes finement découpées, telles le massif du Mont Blanc. D'un point de vue géologique, la région de Martigny fait partie de ce vaste ensemble de roches très anciennes appartenant aujourd'hui à la croûte continentale européenne¹¹¹.



les couches sédimentaires de la fin du Paléozoïque. Aujourd'hui, ces anciennes roches cristallines de la croûte continentale (appelées aussi socle) sont visibles facilement dans la région de Martigny, le long de l'arête des Follatères. On y voit des multitudes de plis dessinés par les rubans clairs et sombres des gneiss, témoins des déformations successives, le plus

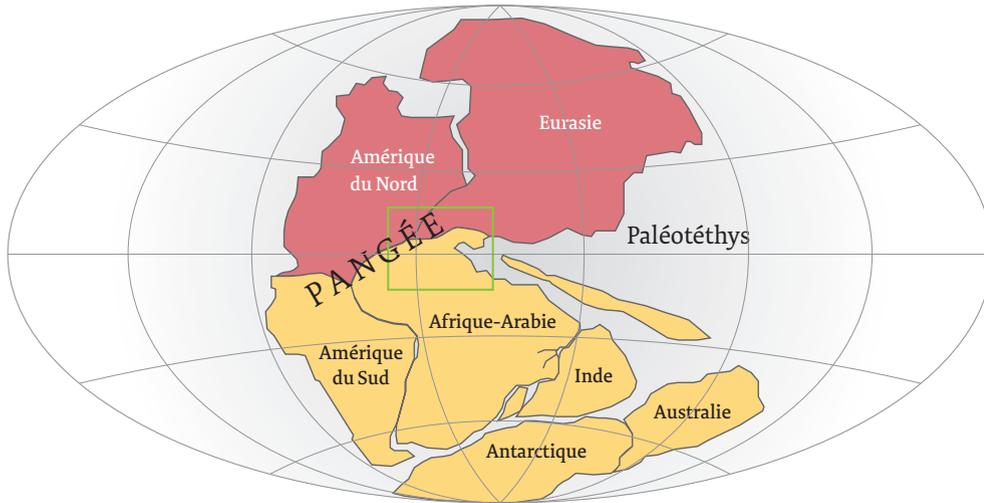
souvent anté-alpines, qu'ont enregistrées ces roches tout au long de leur très longue histoire. On retrouve aussi ces gneiss sous forme de galets dans les **conglomérats** de Salvan-Doré¹⁹, des alluvions durcies d'âge **Permo-carbonifère**, prouvant ainsi qu'ils ont été arrachés à de très vieilles montagnes. Les Alpes, par comparaison, font figure de jeunes adolescentes.

Conglomérat : roche sédimentaire faite d'éléments (cailloux, graviers, sable, galets) provenant des débris d'autres roches plus anciennes, le plus souvent

transportés par une rivière en crue puis déposés dans un delta.

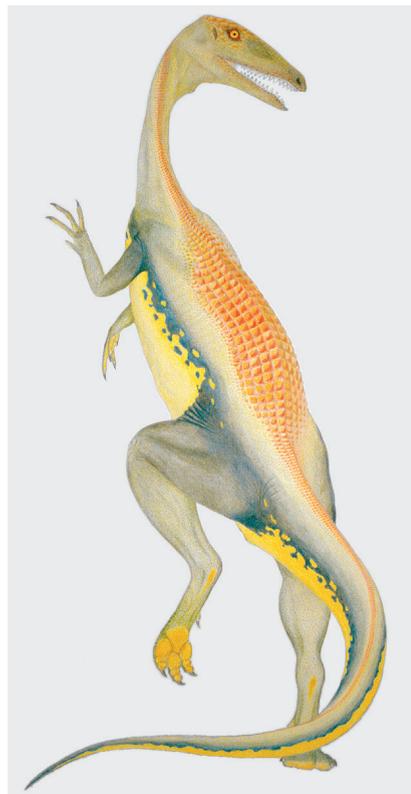
Permo-carbonifère : période de la fin du Paléozoïque à cheval sur la fin du Car-

bonifère (env. -300 millions d'années) et le début du Permien (env. -270 millions d'années).



Ily a 250 millions d'années, tous les continents étaient rassemblés en un seul : la Pangée.

Le rectangle indique la situation de la carte paléogéographique de la page suivante. En rouge, la future Laurasia, en jaune le futur Gondwana.



A gauche : empreintes de pattes tridactyles de dinosaures dans une dalle de grès triasique en dessus du barrage d'Emosson.

La roche a aussi mémorisé la forme des petites rides dues au courant des vaguelettes sur la plage. Les empreintes, de forme arrondie, mesurent environ 25 cm de diamètre. Elles se sont formées dans un sable humide, sous une très faible tranche d'eau, puis ont été rapidement recouvertes par des sédiments argileux, qui ont protégé ces traces pendant 240 millions d'années.

A droite : dinosaure primitif bipède du Trias, dont les pattes arrière possédaient trois gros doigts.

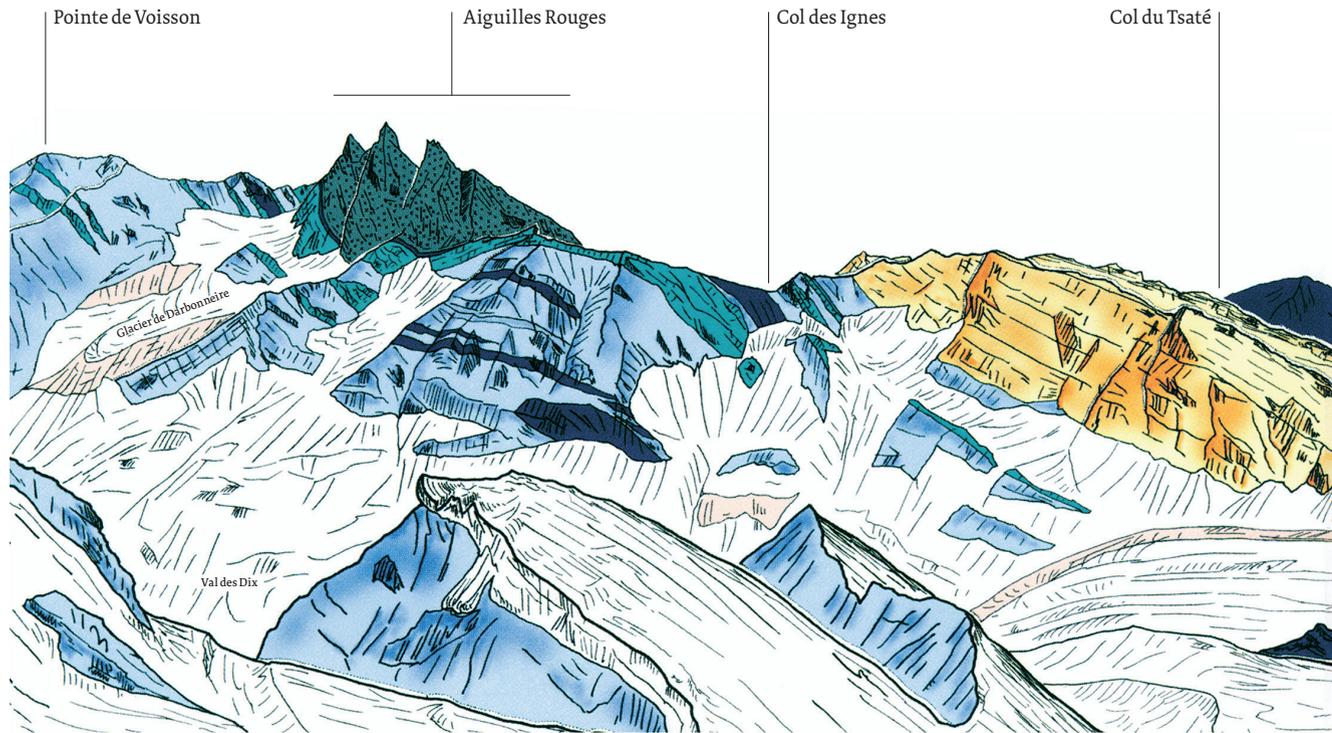
Ce sont les premiers reptiles de la famille des dinosaures à marcher sur deux pattes ; leur agilité devait être déjà fort développée. Taille probable : 3 m de hauteur.

Dessin original de Jacques Hausser.

Des plages bondées de petits dinosaures

Au début du Trias, vers -230 millions d'années, l'érosion de la vaste chaîne hercynienne continuant, beaucoup de sable s'accumule dans les plaines alluviales et en bordure de mer. Il fait toujours très chaud. Mais au fait, sur quel

continent sommes-nous ? L'Afrique, l'Europe, l'Amérique ? Difficile de répondre puisque tous ces continents étaient alors réunis en un seul : la Pangée. Vers l'est, à la place du Moyen-Orient, s'étendait un ancêtre de l'océan Indien appelé Paléotéthys²¹.



Les panoramas d'un spectacle englouti

Et pour nos futures Alpes, qu'a-t-il bien pu se passer? Commençons par observer la situation d'aujourd'hui, et montons au col de Cheillon, au-dessus de la cabane des Dix en Valais, d'où l'on jouit d'un magnifique panorama en direction de l'est. Sur notre droite, vers le sud, les hautes Alpes valaisannes, le Cervin, la Dent Blanche, le Weisshorn, et plus près de nous les Dents de Veisivi, la Roussette, le Pigne d'Arolla et le Mont Blanc de Cheillon. Toutes ces montagnes aimées des varappeurs sont entaillées dans des gneiss, restes du radeau continental apulien sous lequel s'est engouffré l'océan disparu.

Encore plus incroyable est le fait que cette limite enfouie entre l'océan et le continent, un ancien plan de subduction fossile de 100 millions d'années, est aujourd'hui visible sous nos yeux, à l'air libre, grâce au soulèvement des Alpes qui a eu lieu pendant l'ère cénozoïque (ou tertiaire); nous en reparlerons au prochain chapitre. Cette limite, ou ce contact

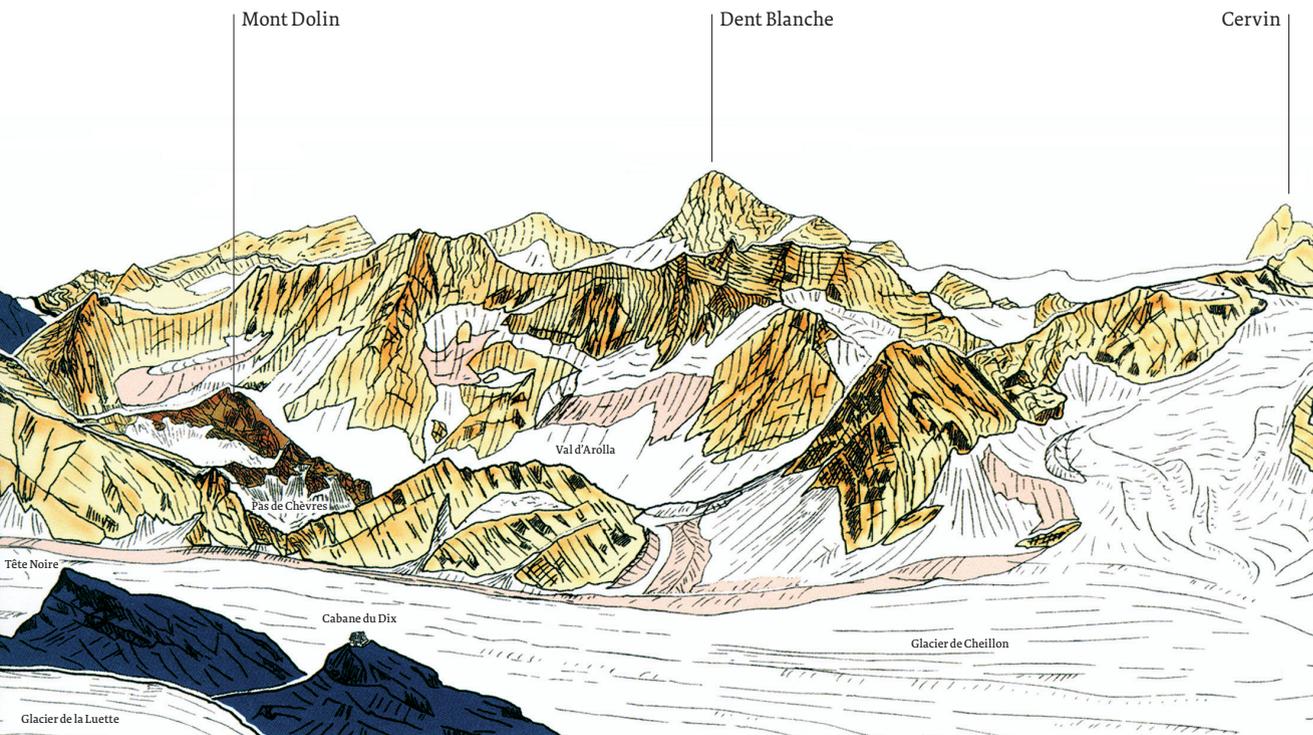
océan-continent, passe au col des Ignes et descend au pied des échelles du Pas de Chèvres. Il est ensuite caché sous les glaciers pour réapparaître au col où nous sommes montés; le contraste morphologique est saisissant: parois rocheuses escarpées pour l'ancienne bordure continentale; glaciers, névés en pentes douces et mamelons arrondis pour les vestiges de l'océan. Ainsi, au nord de cette limite, le haut val des Dix est creusé dans l'ancien prisme d'accrétion océanique⁶⁸: les Aiguilles Rouges d'Arolla sont découpées dans des **métagabbros**, roches vertes à noires mouchetées de blanc, lourdes et riches en fer, présentes généralement dans le tréfonds des océans et à la base des volcans sous-marins. De même, la masse sombre de Tête Noire et du rocher supportant la cabane des Dix est faite d'une grande lentille de serpentinite, roche verte sombre qui se situe normalement à la base de la croûte océanique sous forme de péridotite. La Pointe de Vouasson est un empilement de sédiments océaniques argilo-calcaires (aujourd'hui transformés en **calcschistes**) dans les-

Métagabbro: le préfixe méta- indique que la roche a été transformée par métamorphisme, c'est-à-dire en partie recristallisée et réorientée par la pression et la température. Un méta-

gabbro est donc un ancien gabbro recristallisé qui montre une structure rubanée.

Calcschiste: roches à l'origine constituées d'un mélange de calcaire et d'argile. Par

métamorphisme (pression et température), l'argile recristallise en minéraux feuilletés et brillants (micas), permettant un débit de la roche en petites plaquettes.



-  Brèches jurassiques et dolomies triasiques de la marge continentale apulienne (falaises écroulées au bord du continent africain)
-  Gneiss paléozoïques de la croûte continentale apulienne (bordure de l'ancien continent africain)
-  Métabasaltes ou prasinites
-  Métagabbros
-  Serpentinites
-  Schistes lustrés crétacés : sédiments du fond de l'océan piémontais

Ophiolites:
3 types de roches qui sont ici des lambeaux de croûte océanique arrachés au plancher de l'océan piémontais

Prisme d'accrétion édifié par raclage du plancher océanique, mêlant sédiments océaniques et écharde de croûte océanique.

L'ancien prisme d'accrétion (nappe du Tsaté) plongeant sous le bord du continent apulien (nappe de la Dent Blanche) vu du col de Cheillon.

D'après un dessin, en 1948, de T. Hagen²⁴

L'ancien plan de subduction descend depuis le col des Ignes jusqu'à la base du Pas de Chèvres. Les Aiguilles Rouges d'Arolla, Tête Noire et le rocher supportant la cabane des Dix sont des restes de croûte océanique (des ophiolites) qui ont échappé à la subduction. Ces écharde ophiolitiques sont entourées de calcschistes ou Schistes lustrés (anciens sédiments océaniques) qui forment des sommets plus arrondis, comme la Pointe de Vouasson. Dans la grande masse des Schistes lustrés sont aussi intercalés d'anciens basaltes océaniques, devenus aujourd'hui des prasinites.

quels du plancton fossile, soit des minuscules coquilles de foraminifères, daté de -90 millions d'années, a été découvert⁶⁹ (voir aussi au chapitre III, p. 34).

D'autres sites et de nombreux panoramas alpins gardent la mémoire de cet océan disparu^{33, 34, 70} (nous le verrons encore au chapitre V) : les lentilles de roches vertes (**prasinites**

ou métabasaltes en coussins, métagabbros et serpentinites, qui portent le nom général d'ophiolites), sont des lambeaux de croûte océanique arrachés lors de la subduction et mélangés aux sédiments. Aujourd'hui, on retrouve ces écharde d'ophiolites emballées dans les calcschistes, roches tendres et luisantes appelées aussi **Schistes lustrés**^{68, 71}.

Prasinites : roches de couleur vert bouteille à vert pistache, de structure rubanée ou mouchetée, qui sont d'anciennes coulées (synonyme métabasalte) ou d'anciens sables basaltiques d'origine océanique.

Schistes lustrés : expression donnée à un groupe de roches métasédimentaires, principalement des calcschistes et des schistes siliceux noirs d'origine océanique, devenues schisteuses et brillantes

par le métamorphisme alpin. En Valais, en Vanoise, dans le Queyras et jusqu'en Corse, les Schistes lustrés sont les principaux témoins sédimentaires de l'océan piémontais disparu au cours du Crétacé.



Dans les Alpes vaudoises, les plis de l'Argentine (en bas à gauche) et de Tête Ronde (au-dessus) démontrent la plasticité des roches acquise en profondeur.

Cette vue aérienne prise en direction du nord-est montre l'empilement de plusieurs nappes helvétiques : à la base, la nappe de Morcles occupe la partie inférieure de l'image ; au milieu, dans la dépression d'Anzeindaz, la mince nappe du même nom. Par-dessus, la

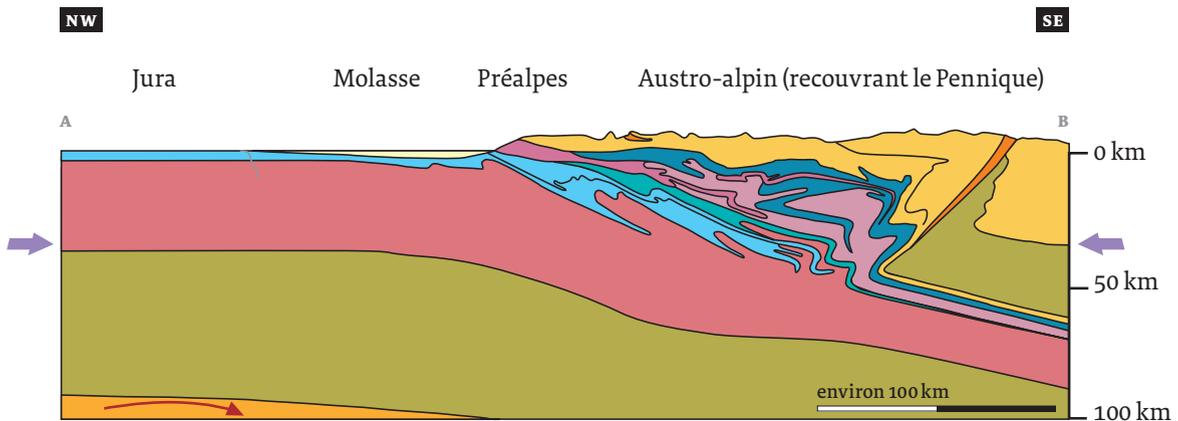
nappe des Diablerets chevauche le tout. Les barres rocheuses blanches, intercalées de couches plus sombres, sont identiques et de même âge dans les deux nappes. Par-dessus la nappe des Diablerets, sur la droite, on distingue les couches plus grises de la nappe du Wildhorn. On constate donc que la convergence des plaques a, par raccourcissement, plissé et dédoublé, voire triplé la même série sédimentaire.

Photo de J. Gabus

Beaucoup de sable, aussi

Sur le pourtour de ces jeunes montagnes en surrection, les vestiges de la Téthys n'occupent plus que la place du bassin **molassique**, dans lequel sables et galets, issus d'abord de l'érosion des nappes austro-alpines sommitales, se déposent. Les conglomérats du Mont Pèlerin, près de Lausanne, en sont un bel exemple. Ces roches apportent le témoignage que cette fois-ci, le soulèvement général des Alpes est en cours.

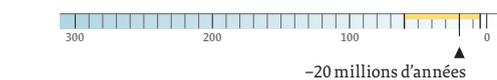
Nous voici bientôt au bout de notre histoire, longue du point de vue du rythme tranquille de la Terre, mais bien courte puisque nous avons sauté à pieds joints par-dessus des millions d'années. Au cours du **Miocène**, entre -23 et -5 millions d'années, une grande quantité de sable, de galets et d'argile va s'accumuler dans les bassins molassiques qui forment aujourd'hui le Plateau suisse, la vallée du Rhône française et la plaine du Pô. Précisons aussi que les mouvements horizontaux n'ont pas complètement cessé, puisqu'on observe aujourd'hui le basculement vers le sud-est d'une partie des couches de molasse, qui s'enfoncent sous les Préalpes. A nouveau, des sédiments relativement anciens (les flyschs) recouvrent ou chevauchent des couches plus jeunes ; c'est la Molasse subalpine⁹⁹, qui témoigne que la subduction de la plaque européenne est encore active à la fin de l'Oligocène.



Coupe à travers les Alpes lors de leur soulèvement à la fin de l'Oligocène (-25 millions d'années).

Enfin des montagnes, mais toutes différentes de celles d'aujourd'hui, sans glaciers, sans le Mont Blanc et sans le Cervin! Les unités en surface sont d'origine apulienne (les nappes austro-alpines), soumises à une intense érosion dont les dépôts forment la molasse. En profondeur, un coin de lithosphère apulienne (en vert olive sur la droite de l'image) déforme la racine des nappes penniques; ce sont les plis en retour qui permettent la remontée des roches vers la surface. Ce soulèvement est d'abord plus marqué vers le sud (ou l'arrière) de la chaîne. Après le détachement de la plaque, il va affecter toute la chaîne. Remarquer que le Jura n'est pas encore plissé.

Dessin de A. Escher



L'épaisseur des dépôts de molasse (plusieurs milliers de mètres) démontre que, en étant érodée, la chaîne alpine s'est soulevée à un rythme assez rapide, mais variable selon les régions. Cette vitesse est de l'ordre d'un à quelques millimètres par an soit environ mille mètres de roche soulevée puis érodée par million d'années.

Ce sont les régions du Simplon et du Tessin qui ont enregistré le plus fort taux de soulèvement et d'érosion: on y observe des gneiss à belle structure rubanée, plissés dans les

nappes les plus profondes du bâti alpin. Toutes les nappes de l'édifice austro-alpin y ont été entièrement érodées, soit une vingtaine de kilomètres de hauteur de roches. Ceci ne veut pas dire que les Alpes mesuraient 20 000 m de plus car érosion et soulèvement étant contemporains, ils devaient plus ou moins se compenser, avec un léger avantage bien sûr pour la vitesse de surrection.

Ce soulèvement différentiel dans le sens longitudinal de la chaîne alpine va induire d'autres conséquences (sur lesquelles nous reviendrons dans le dernier chapitre) dont l'une est que d'énormes quantités de galets, sables et argiles vont se déposer dans le bassin du Pô et son prolongement dans l'Adriatique.

Molasse: grand ensemble de roches sédimentaires déposées au pied d'une chaîne de montagnes en cours et en fin de surrection, dues à l'érosion de cette dernière. La molasse franco-suisse est composée

de roches variées: conglomérats à proximité des Alpes; grès grossier, grès argileux intercalés de niveaux de charbon, sur le Plateau suisse; grès fin et argileux au pied du Jura.

Miocène: période de la deuxième moitié du Cénozoïque, entre -23 et -5 millions d'années.