

Encadré 1

Géologie de la Sierra Madre occidentale

Constitution et origine

La Sierra Madre occidentale est un plastron volcanique tertiaire qui couvre un sixième de la superficie du Mexique (fig. 1).

Dans la partie ouest du pays, l'empilement volcanique constitue un plateau élevé (2 500 m d'altitude moyenne ; point culminant à 3 350 m) allongé nord-nord-ouest/sud-sud-est, long de 1 200 km et large de 200 à 300 km. Il s'étend, d'un seul tenant, de la frontière des États-Unis aux environs de la ville de Guadalajara où il est interrompu par l'axe volcanique transmexicain plio-quadernaire (moins de 5 Ma). À l'ouest, sa limite avec la plaine côtière du Sinaloa est marquée par un fort abrupt topographique entaillé par les canyons (Barranca del Cobre) des cours d'eau tributaires du Pacifique. Sur ses bordures nord et est, le plateau est affecté par la distension dite du « Basin and Range » à l'origine de blocs basculés en sierras et de vallées parallèles remplies d'alluvions récentes ; son passage au désert du Sonora ou aux dépressions endoréiques du plateau central mexicain (1 500 à 2 000 m d'altitude moyenne) y est progressif.

L'existence du plus vaste entablement de roches volcaniques acides connu au monde qu'est la Sierra Madre occidentale a été signalée dès le début du ^{xx}e siècle par les travaux des pionniers de la géologie mexicaine : ORDONEZ (1900), HOVEY (1907), KING (1939), BURROWS (1949). Ce n'est, cependant, qu'à partir des années 1970 que sont menées, notamment le long de la route Durango-Mazatlán (McDOWEL et KEISER, 1977 ; SWANSON et al., 1978) et aux environs de Chihuahua (SWANSON et McDOWEL, 1985), les premières études pétrologiques, géochimiques et radiochronologiques de l'ensemble de l'empilement volcanique qui constitue cette montagne.

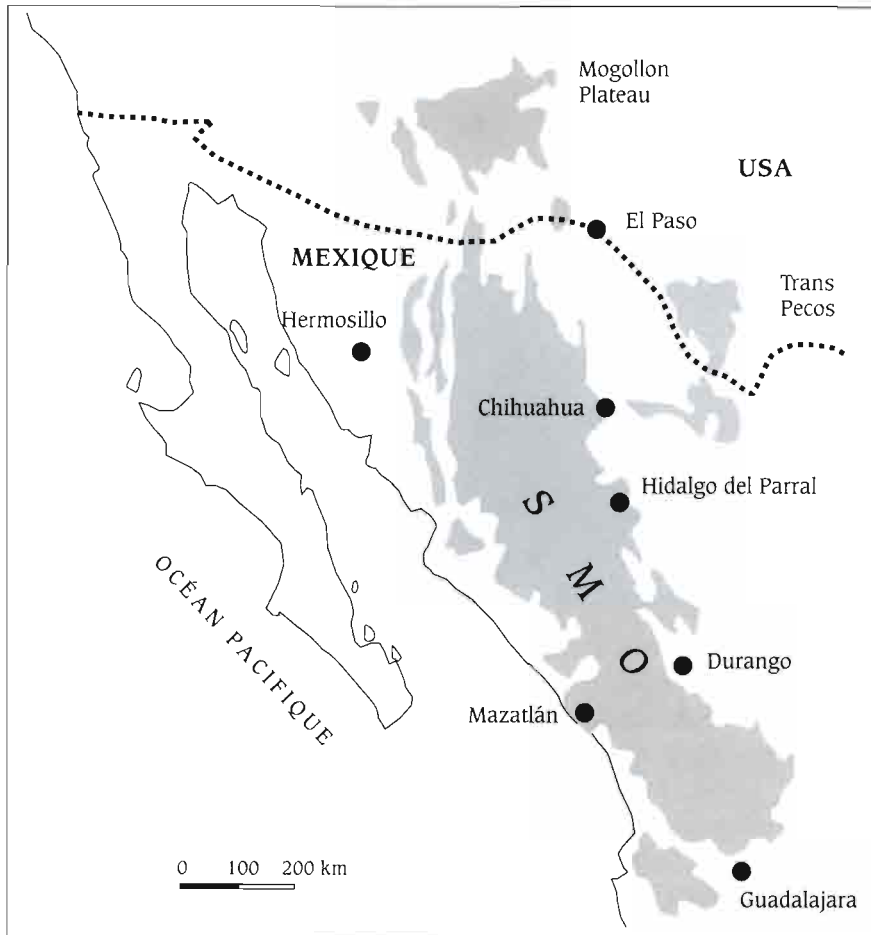


Fig. 1 – La Sierra Madre occidentale dans les parties ouest et nord-ouest du Mexique et le sud-ouest des États-Unis ; le gris représente le massif montagneux.

À la suite de ces travaux, complétés depuis par de nombreuses études d'équipes internationales (RANGIN, 1986, DEMANT et al., 1989), il est classique de distinguer dans cette sierra (fig. II) :

– un complexe volcanique de base, d'épaisseur mal connue, constitué essentiellement d'andésites et de dacites (dans lesquelles sont intercalés quelques niveaux de **ryholites**) recoupées par des corps intrusifs de granodiorites. Les roches volcaniques sont généralement métamorphosées dans le faciès schiste vert et, de plus, hydrothermalisées au contact des intrusifs. Les datations, ainsi que les caractéristiques pétro-géochimiques, indiquent que laves et roches intrusives appartiennent à un même complexe magmatique calco-alkalin, lequel, vers l'ouest, se poursuit jusqu'en Basse-Californie. Sa mise en place s'est effectuée, entre 90 Ma (Crétacé supérieur) et 40 Ma (Éocène supérieur) – avec un

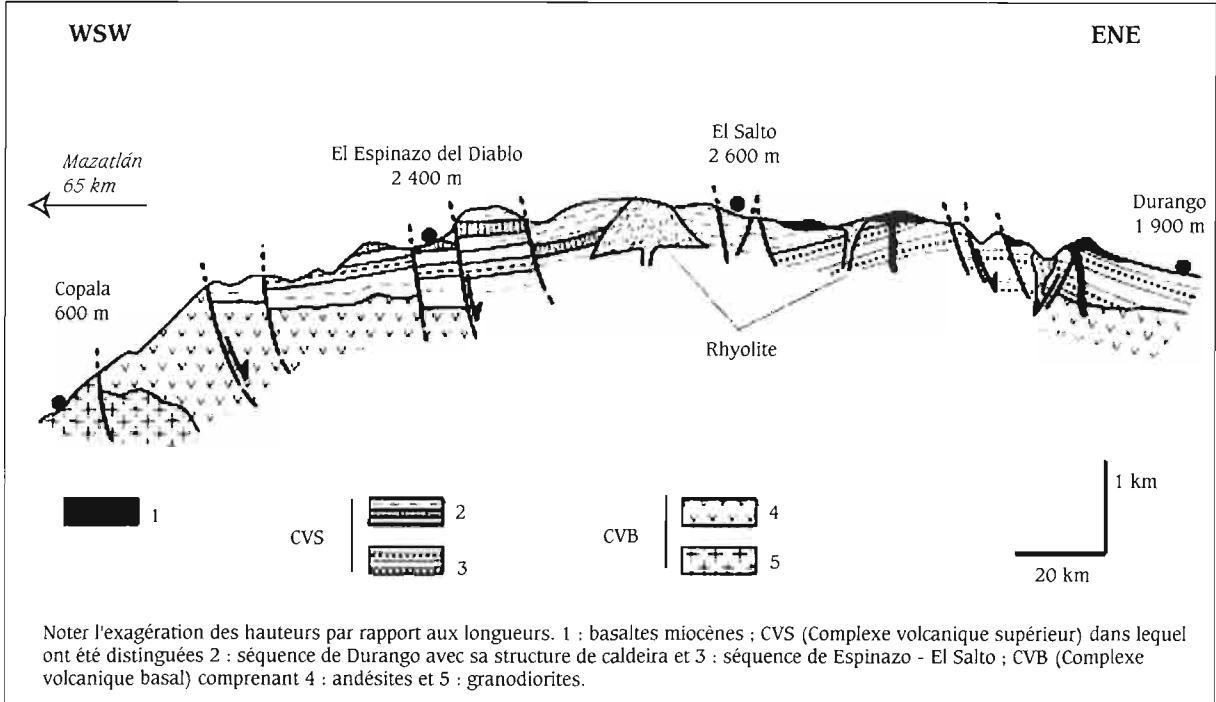
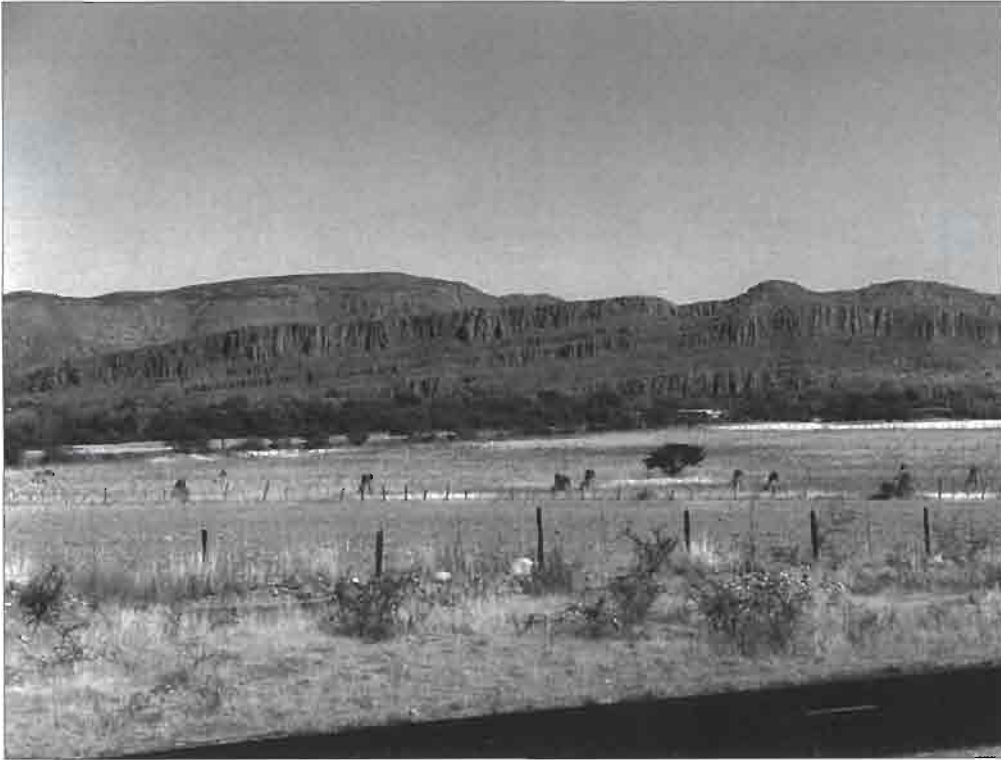


Fig. II – Coupe géologique simplifiée de la Sierra Madre occidentale levée le long de la route.

paroxysme entre 60 et 55 Ma (Paléocène supérieur) – à travers et sur les roches antérieurement déformées du Paléozoïque et du Mésozoïque des parties occidentales du continent mexicain ;

– un complexe volcanique supérieur, discordant sur l'ensemble précédent, plus clairement représentatif de la Sierra Madre occidentale. Dépassant 1 000 m d'épaisseur et débutant parfois dès l'Éocène supérieur (40 Ma) par des andésites, il est formé de **tufs**, d'ignimbrites de composition rhyodacitique à rhyolitique et de dômes-coulées de rhyolite. Cet ensemble a été généralement mis en place, en contexte de volcanisme explosif (on rapporte la présence de près de 400 anciennes caldeiras associées aux ignimbrites), entre 34 Ma et 20 Ma (Oligocène-Miocène inférieur). Il est à noter que dans la partie nord de la Sierra Madre occidentale, en Sonora, des laves basiques (basaltes et andésites basaltiques), pouvant atteindre 600 m d'épaisseur et datées entre 30 et 20 Ma, sont intercalées dans la séquence acide ;

– couronnant l'édifice, des épanchements basaltiques épars et de faible épaisseur, les uns alcalins (12 Ma) liés à la genèse de petits fossés d'effondrements au Miocène, les autres tholéitiques surmontant des alluvions quaternaires.



Vue des affleurements de rhyolite de bordure orientale du fossé d'effondrement du bassin du río Santiago, en rive droite de ce cours d'eau.

La genèse de l'édifice volcanique de la Sierra Madre occidentale est liée à la subduction océan-continent qui a fonctionné, de façon non permanente, depuis le Crétacé supérieur (90 Ma) jusqu'à l'apparition de la tectonique en extension du Basin and Range.

La subduction était celle de la paléo-plaque océanique Farallon (elle occupait la partie orientale du Pacifique) sous la marge continentale de la plaque Amérique du Nord. Initiée dès le début du Crétacé supérieur, elle a engendré sur la bordure du continent un arc volcanique et pluto-nique, dont témoigne aujourd'hui le complexe volcanique de base de la Sierra Madre occidentale. Ce régime s'est achevé à l'Éocène alors que le Mexique enregistrait les effets de la tectonique laramienne, à l'origine notamment de la Sierra Madre orientale.

L'Éocène est aussi la période durant laquelle ont été enregistrés, d'une part, une réorganisation du mouvement des plaques dans le Pacifique et, d'autre part, un ralentissement de la vitesse de convergence entre les plaques Farallon et Amérique du Nord. Ce ralentissement de la subduc-

tion, qui a entraîné une accentuation de l'angle de plongement de la plaque Farallon, a provoqué une distension dans le bord de la plaque continentale supérieure et, par voie de conséquence, a permis l'émission des magmas ignimbritiques caractéristiques du complexe volcanique supérieur de la Sierra Madre occidentale. Ce contexte s'est maintenu jusqu'à ce que, une fois disparue par subduction, la plaque Farallon, s'installe, il y a 20 Ma environ, en même temps que l'extension du Basin and Range, la nouvelle frontière de plaque transformante à l'origine de l'actuel système de San Andreas.

Références

- BURROWS R. H., 1949 – Geology of northern Mexico. *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, 7 : 85-103.
- DEMANT A., COCHENÉ J-J, DELPRETTI P., 1989 – Geology and petrology of the tertiary volcanics of the northwestern Sierra Madre occidental, Mexico. *Bulletin de la Société Géologique de France*, série 8, tome V, fascicule 4 : 86-94.
- HOVEY E. O., 1907 – A geological reconnaissance in the Western Sierra Madre of the State of Chihuahua, Mexico. *Amer. Mus. Nat. Hist. Bull.*, 23 : 401-442.
- KING P. B., 1939 – Geological reconnaissance in northern Sierra Madre occidental of Mexico. *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, 50 : 1625-1722.
- MCDOWEL F. W., KEISER R. P., 1977 – Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre occidental between Durango City and Mazatlán, Mexico. *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, 88 : 1479-1487.
- ORDONEZ E., 1900 – *Las riolitas de México*. México Inst. Geol. De México, bol. 15, 76 p.
- RANGIN C., 1986 – *Contribution à l'étude géologique du système cordilléraire mésozoïque du nord-ouest du Mexique : une coupe de la Basse-Californie centrale à la Sierra Madre occidentale en Sonora*. Société Géologique de France, Mémoire n° 148, 133 p.
- SWANSON E. R., MCDOWEL F. W., 1985 – Geology and geochronology of the Tomochic caldera, Chihuahua, Mexico. *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, 96 : 1477-1482.
- SWANSON E. R., KEISER R. P., LYONS J. I., CLABAUGH S. E., 1978 – Tertiary volcanism and caldera development near Durango City, Sierra Madre occidental, Mexico. *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, 89 : 1000-1012.

latitudes 23

La Sierra Madre occidentale

Un château d'eau menacé

Éditeurs scientifiques

Luc Descroix, Juan Estrada,
José Luis Gonzalez Barrios, David Viramontes

IRD
Éditions

Sommaire

Avant-propos	11
Préambule	13
<i>Jean-François NOUVELOT</i>	
Introduction	15
<i>Luc DESCROIX</i>	
Encadré 1 : Géologie de la Sierra Madre occidentale. Constitution et origine	33
<i>Marc TARDY</i>	

MILIEU NATUREL ET PEUPEMENT DANS LA SIERRA MADRE OCCIDENTALE

Les ressources en eau dans le centre-nord du Mexique. Perspective historique	49
<i>David VIRAMONTES</i>	
Encadré 2 : Propriété privée et publique, gestion collective. Quelle politique patrimoniale ?	59
<i>Luc DESCROIX</i>	
Une montagne en voie d'abandon ?	65
<i>Béatrice INARD-LOMBARD</i>	
Encadré 3 : Un contexte démographique et économique de transition. Démographie comparée de la Sierra Madre avec celle de deux autres régions agro-pastorales	83
<i>Luc DESCROIX</i>	
Le projet <i>Hervideros</i> . Un regard sur le passé préhispanique de la Sierra Madre occidentale du Durango, Mexique	93
<i>Marie-Areti HERS et Oscar J. POLACO</i>	
Encadré 4 : L'indianité et l'indigénisme au Mexique et dans la Sierra Madre occidentale	115
<i>Luc DESCROIX</i>	

LES SOLS ET L'EAU : PRÉCIPITATIONS ET RUISSELLEMENT DANS LA SIERRA

Le climat et l'aléa pluviométrique au Nord-Mexique	129
<i>Jean-François NOUVELOT, Luc DESCROIX et Juan ESTRADA</i>	

La spatialisation des précipitations sur les deux versants de la Sierra Madre occidentale	145
<i>Luc DESCROIX, Jean-François NOUVELOT, Juan ESTRADA et Alfonso GUTIERREZ</i>	
Un encroûtement des sols limitant l'infiltration	155
<i>Jérôme POULENARD, José Luis GONZALEZ BARRIOS, David VIRAMONTES, Luc DESCROIX et Jean-Louis JANEAU</i>	
Des conditions favorisant une érosion et un ruissellement en nappe ..	171
<i>José Luis GONZALEZ BARRIOS, Luc DESCROIX, David VIRAMONTES, Jérôme POULENARD, Alain PLENECASSAGNE, Laura MACIAS, Christelle BOYER et Arnaud BOLLERY</i>	
PÂTURAGES ET FORÊTS SOUS PRESSION	
Trop de bétail et trop de bûcherons. Une économie minière	191
<i>David VIRAMONTES, Eva ANAYA, Coral GARCIA, Jérôme POULENARD, Henri BARRAL, Laura MACIAS et Maria Guadalupe RODRIGUEZ CAMARILLO</i>	
Encadré 5 : L'appréciation du surpâturage	201
<i>Eva ANAYA, Luc DESCROIX et Henri BARRAL</i>	
Une eau menacée par la dégradation des ressources végétales	207
<i>Luc DESCROIX, David VIRAMONTES, Eva ANAYA, Henri BARRAL, Alain PLENECASSAGNE, José Luis GONZALEZ BARRIOS, Jeffrey BACON et Laura MACIAS</i>	
Influence de la forêt sur la pluviométrie	221
<i>Luc DESCROIX, José Luis GONZALEZ BARRIOS et Raul SOLIS</i>	
UNE EAU DISPUTÉE DANS UN ESPACE ENCORE LIBRE	
L'eau, agent économique et enjeu politique	249
<i>Luc DESCROIX et Frédéric LASSERRE</i>	
L'écotourisme : une alternative à la déprise et à la surexploitation ? Des atouts pour développer une nouvelle activité	265
<i>Luc DESCROIX</i>	
Eau et espace à Valle de Bravo. La bataille pour l'eau	283
<i>Luc DESCROIX, Michel ESTEVES, David VIRAMONTES, Céline DUWIG et Jean-Marc LAPETITE</i>	
Conclusion : une région à construire, un territoire et des ressources à préserver	295
<i>Luc DESCROIX, David VIRAMONTES et José Luis GONZALEZ BARRIOS</i>	
Glossaire	303
Résumé	311
Summary	317
Resumen	323