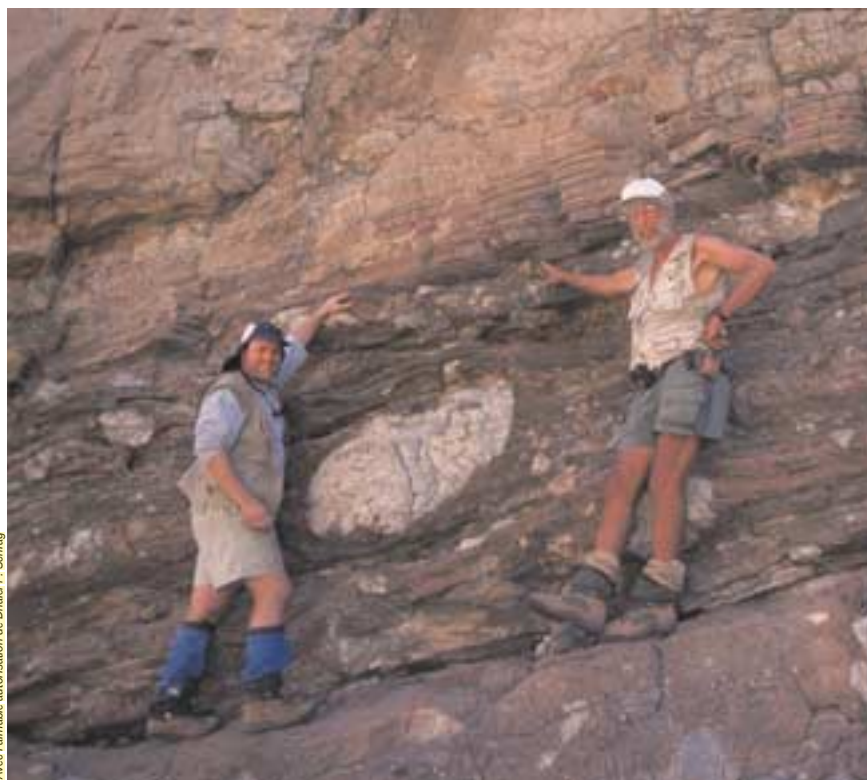
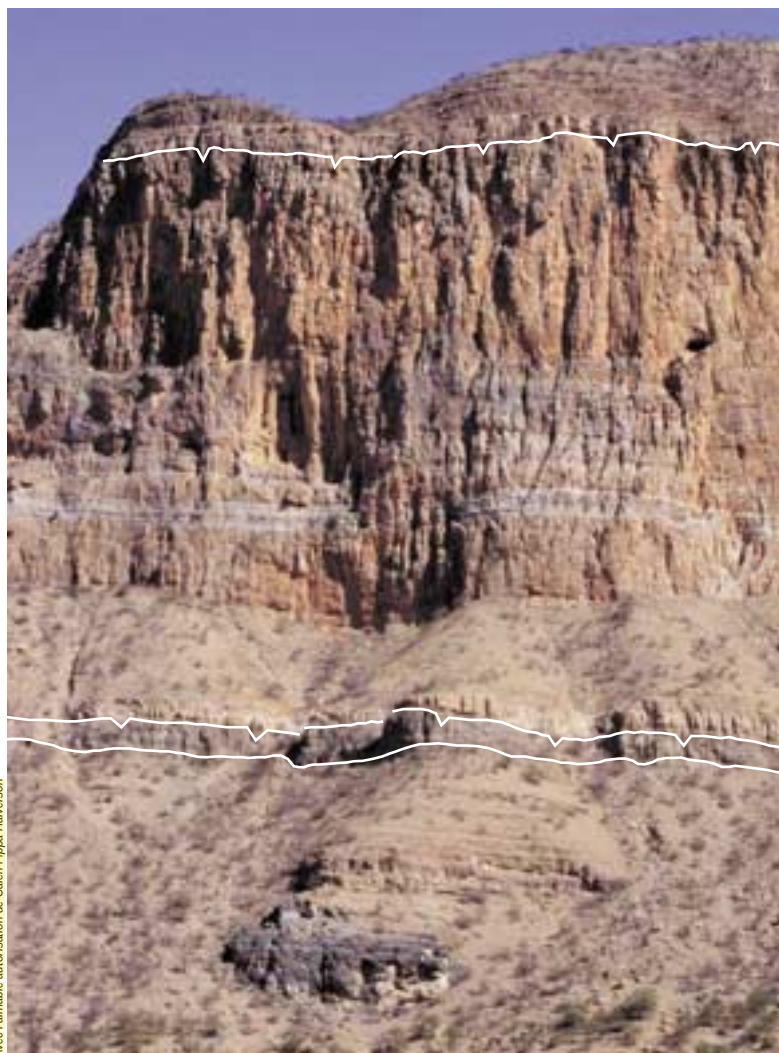




lumière du Soleil frappe une plus grande surface de glace par degré de latitude. Dans ces simulations, la rétroaction devint si forte que toute la planète gèle.

Gelé ou grillé

La modélisation du climat naquit des simulations de M. Budyko, mais lui-même doutait que la Terre ait été gelée à ce point. On pensait qu'une telle catastrophe aurait détruit toute trace de vie sur la Terre. Pourtant, certaines algues microscopiques ont été fossilisées dans des roches vieilles d'un milliard d'années ; elles ressemblent beaucoup aux formes d'algues modernes, ce qui prouve que la vie ne s'est pas arrêtée. De surcroît, si la Terre avait gelé complètement, l'albédo élevé de son enveloppe glaciaire aurait entraîné une telle baisse des températures de surface que toute vie se serait éteinte ; si une telle glaciation s'était produite, elle n'aurait pas été réversible.



DRAPÉS CRISTALLINISÉS

DÉPÔTS DE CARBONATES

DÉPÔTS GLACIAIRES



3. LES FALAISES ROCHEUSES qui longent la côte des Squelettes de Namibie (*en haut*) ont apporté des indices en faveur de l'hypothèse de la Terre gelée. Les auteurs, D. Schrag (*à gauche*) et P. Hoffman (*à droite*) indiquent une couche rocheuse, signe de la fin soudaine d'un événement de glaciation extrême, qui s'est produit il y a environ 600 millions d'années. La grosse inclusion de couleur claire, au centre, a sans doute été transportée par un iceberg avant de sombrer au fond de l'océan lorsque la glace a fondu. Des couches de carbonates purs ont recouvert les dépôts glaciaires (*ci-contre*), par précipitation dans les eaux chaudes et peu profondes des océans durant la période chaude qui a suivi. Ces dépôts carbonatés sont les seules roches du Néoprotérozoïque présentant de grandes structures cristallines qui se sont formées lors d'une accumulation rapide de carbonates (*ci-dessus*).

C'est alors, à la fin des années 1970, que l'on découvrit les remarquables communautés d'organismes qui vivent dans des environnements extrêmes dont on pensait qu'ils étaient trop inhospitaliers pour abriter quelque forme de vie que ce soit. Dans les sources chaudes des fonds océaniques, on a trouvé des micro-organismes qui tirent leur énergie de substances chimiques et non de la lumière du Soleil. Or l'activité volcanique qui alimente les sources chaudes se serait poursuivie pendant que la Terre était gelée. Les conditions auraient même été adaptées aux organismes qui recherchent le froid, tels ceux qui vivent aujourd'hui dans les vallées des montagnes extrêmement froides et sèches de l'Est de l'Antarctique. Des cyanobactéries et certaines espèces d'algues colonisent la neige, les roches poreuses et la surface des particules

de poussière piégées dans des glaces flottantes.

Par ailleurs, c'est le dioxyde de carbone qui a évité l'emballement du phénomène de congélation de la planète. Il est l'un des gaz émis par les volcans. Normalement, cette production continue de carbone est compensée par l'érosion des roches contenant de la silice : au cours de la dégradation chimique de ces roches, le dioxyde de carbone est transformé en ions carbonate, qui sont entraînés vers les océans, où ils se combinent aux ions calcium et magnésium pour former des sédiments carbonatés stockant d'énormes quantités de carbone.

En 1992, Joseph Kirschvink, un géobiologiste de l'Institut de technologie de Californie, montra que, durant une glaciation globale, les plaques tectoniques continueraient à se déplacer et des volcans à se former

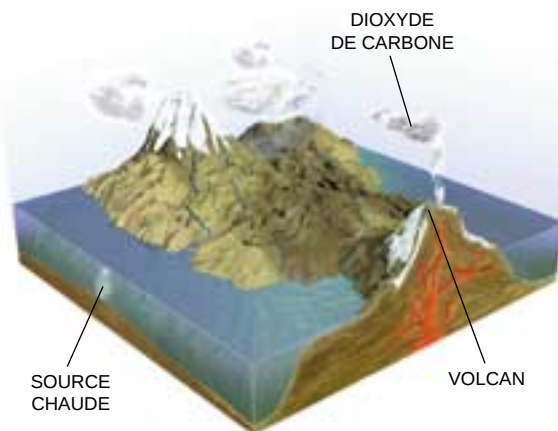
et à libérer des rejets qui enrichiraient l'atmosphère en dioxyde de carbone. L'eau nécessaire à l'érosion des roches et à l'immersion du dioxyde de carbone étant piégée dans les glaces, le dioxyde de carbone s'accumulerait et ses concentrations deviendraient très élevées, suffisantes pour réchauffer la planète et mettre fin à la glaciation globale.

J. Kirschvink avait soutenu l'idée d'une ère glaciaire néoprotérozoïque, notamment en raison des mystérieux dépôts de fer découverts parmi les débris glaciaires. On trouve de tels dépôts beaucoup plus tôt dans l'histoire de la Terre, au moment où les océans (et l'atmosphère) contenaient très peu d'oxygène et où le fer pouvait facilement s'y dissoudre. Si la Terre avait été recouverte de glace pendant des millions d'années, les océans auraient été privés d'oxygène,

Scénario du passage d'une Terre gelée à une Terre surchauffée



Étape 1
Prologue



Étape 2
Au plus fort de la glaciation



Il y a 770 millions d'années, les petits continents issus de la dislocation du supercontinent de Rodinia se rassemblent près de l'équateur. Les fortes précipitations entraînent une plus grande quantité de dioxyde de carbone atmosphérique (qui a un effet de serre) et érodent plus rapidement les roches continentales. La température globale diminue, et de grandes étendues de glace se forment dans les océans, près des pôles. La glace blanche réfléchit davantage le rayonnement solaire que les océans plus sombres, de sorte que les températures continuent à baisser. Ce cycle de rétroaction déclenche un refroidissement sans fin qui finit par envelopper la planète entière de glace, en l'espace d'un millénaire.

Les températures globales moyennes descendent jusqu'à -50°C , peu après le début de l'emballement de la glaciation. Les océans se couvrent d'une couche de glace de plus de un kilomètre d'épaisseur, et la congélation n'est limitée que par la chaleur émise par les volcans. La plupart des micro-organismes marins meurent, à l'exception de ceux qui survivent à proximité des sources chaudes océaniques. L'air étant froid et sec, les glaciers terrestres cessent de progresser, créant de vastes déserts de sable balayés par les vents. En l'absence de précipitations, le dioxyde de carbone émis par les volcans stagne dans l'atmosphère. À mesure qu'il s'accumule, la planète se réchauffe, et la couche de glace qui recouvre les océans s'amincit.