

Le Cryogénien couvre une période comprise entre -850 Ma et -630 Ma caractérisé par un englacement général de la Terre.

On cherche à proposer des arguments en faveur d'un scénario pour expliquer ce climat global très froid à l'échelle mondiale qui aurait amené à une planète entièrement recouverte de glace (surnommée Terre boule de neige), et ceci sur une période de près de 200 Ma au Cryogénien.

D'après le **document 1**, il y a 800 Ma, le continent Rodinia porteur de grandes surfaces basaltiques se morcelle. Cette fracturation s'accompagne d'une augmentation de l'altération des basaltes qui constituaient une grande partie du continent Rodinia. L'altération des basaltes sous l'effet de l'humidité se réalise en consommant une très grande quantité CO₂ dans l'atmosphère.

- ⇒ On en déduit que l'altération des basaltes continentaux correspond à une hydrolyse des minéraux qui le composent et cette hydrolyse s'accompagne d'une consommation de dioxyde de carbone.
- ⇒ *Cette diminution de la concentration en CO₂ atmosphérique entraîne une diminution de la concentration de gaz à effet de serre (dont le CO₂ fait parti). Les infra-rouges émis par la Terre seront donc moins piégés par ces gaz d'où une diminution de l'effet de serre et d'où une diminution globale de la température terrestre.*

Le **document 2** montre une simulation de l'évolution de la concentration en CO₂ atmosphérique entre -830 et -730 Ma.

Si la concentration en CO₂ reste relativement constante, avec une légère baisse, entre -830 et -780 Ma, celle-ci diminue fortement entre -780 et -730 passant pour l'hypothèse haute de 3000 ppm à 250 ppm.

A partir de -730 Ma, la valeur seuil du CO₂ atmosphérique (250 ppm) est atteinte (aussi bien pour l'hypothèse haute que l'hypothèse basse). Or, c'est à partir de cette valeur seuil qu'une glaciation généralisée est déclenchée.

- ⇒ *La valeur seuil du CO₂ atmosphérique atteinte il y a -730 Ma peut être une des causes pour expliquer la glaciation à l'échelle de la planète. L'effet de serre a fortement diminué entraînant une chute importante de la température moyenne globale de la Terre.*

Le **document 3** montre une simulation du développement des calottes polaires et l'effet de l'albédo.

Avec les informations fournies par le document 3a, on constate qu'à -740 Ma, les continents sont morcelés et les calottes polaires atteignent la latitude 60° au Nord et au Sud. On constate aussi que certaines régions à 30° de latitude sont englacées. L'étape suivante montre que progressivement, les surfaces continentales sont englacées puis, à -730 Ma, soit en 10 Ma, la simulation montre un englacement total du globe.

- ⇒ *L'englacement total du globe est très rapide à l'échelle géologique. Lorsque l'englacement atteint 30° de latitude (ce qui est le cas à -740 Ma), l'englacement total de la planète est inévitable.*

Le document 3b montre que l'albédo de la neige et de la glace est de 60 à 95% alors que celui d'un sol sombre ou de la mer est de 15 à 40%.

- ⇒ *On sait que l'albédo est le rapport entre l'énergie que réfléchit un objet et l'énergie qu'il reçoit. Plus une surface réfléchit de l'énergie (albédo fort) et moins elle s'échauffe. Ainsi, la neige ou la glace s'échauffe moins que l'océan.*
- ⇒ *Le développement des glaces sur l'ensemble des continents et des océans à partir de -740 Ma, fait donc augmenter l'albédo terrestre. Ceci entraîne une absorption moindre d'énergie, d'où un échauffement moins important d'où une diminution de la température à l'échelle planétaire.*
- ⇒ *L'albédo est un facteur qui amplifie l'englacement débuté il y a -740 Ma.*

Synthèse :

Au Cryogénien, le morcellement du continent Rodinia et l'érosion des basaltes continentaux entraînent une diminution de la concentration de CO₂ atmosphérique (doc1). Le CO₂ étant un gaz à effet de serre, sa diminution va entraîner un refroidissement progressif de la Terre à l'échelle mondiale car le continent Rodinia étant morcelé, tous les blocs continentaux issus de ce morcellement subissent cette altération. Lorsque la diminution du CO₂ atmosphérique atteint une valeur seuil de 250 ppm (doc 2), un refroidissement et une

glaciation à l'échelle planétaire sont déclenchés. Le facteur qui déclenche le refroidissement est la baisse du taux de CO₂ atmosphérique.

Tous les continents se recouvrent progressivement de glace ainsi que les océans(doc.3a). Cet englacement est amplifié par l'élévation généralisée de l'albédo. L'albédo terrestre augmente donc ce qui amplifie le refroidissement généralisé (doc 3b). Ces processus peuvent aboutir à un englacement total en quelques dizaines de Ma ce qui correspond au scénario proposé.

Schéma bilan :

