

Beste de savoir

Rebond du bouclier scandinave et randonnée en Norvège

12 août 2019

Table des matières

| | | |
|------|--|---|
| 1. | Observation lors d'une balade autour du fjord d'Oslo : des trous dans des cailloux | 1 |
| 2. | Essayons de comprendre... | 2 |
| 2.1. | Le niveau de la mer est descendu ? | 2 |
| 2.2. | Le sol est remonté ? | 3 |
| 3. | Refaisons l'histoire | 5 |

La géologie on peut en faire de partout, il suffit de se balader et d'ouvrir les yeux. Mettons-nous maintenant dans la peau d'un géologue et retraçons un bout de l'histoire de la Scandinavie tout en se promenant en Norvège.

1. Observation lors d'une balade autour du fjord d'Oslo : des trous dans des cailloux

En se baladant sur la côte autour du fjord d'Oslo, on observe beaucoup de ces petites bestioles-coquillages qui ont tendance à creuser la roche (figure 1). Visiblement ce seraient des *proso-branches* (ou escargots marins) d'après le site [mer-littoral](http://mer-littoral.fr) (mais si quelqu'un peut apporter des précisions je suis preneur). L'intérêt qu'ils ont ici c'est surtout qu'ils « mangent » le caillou. Vous voyez sur la partie droite de l'image tous les trous ? Comme si c'était dissout à l'acide. Je ne sais pas comment ces bestioles s'y prennent, mais elles attaquent la roche.

Autre information importante, on ne les retrouve qu'au niveau de l'eau jusqu'à une vingtaine de centimètres au dessus.

Maintenant voici une autre observation : ces mêmes trous, mais à quelques mètres du rivage, et plus haut (quelques mètres aussi), et encore des trous, encore plus haut, encore plus loin de la mer (figure 2).



FIGURE 1. – Figure 1 : les « bouffes cailloux », au niveau de l'eau.



2. Essayons de comprendre...

FIGURE 1. – Figure 2 : Trous toujours plus haut, toujours plus loin du rivage.

On constate qu'en plus d'être plus haut, ils sont plus altérés.

2. Essayons de comprendre...

Résumons.

i

- Les trous se forment au niveau de la mer.
- Les trous sont présents également plus en hauteur, et plus loin de la côte.
- Plus les trous sont loin et haut, plus ils sont altérés.
- Il n'y a pas de marées ici.

Le fait que les trous soient de plus en plus altérés nous indique qu'ils sont de plus en plus vieux en s'éloignant du rivage, or ils ont été formés au niveau de la mer. Comment expliquer qu'ils se soient formés au niveau de la mer et qu'ils soient maintenant à quelques mètres de hauteur ?


Hypothèses :

1. le niveau de la mer est descendu ;
2. le sol est monté.

Les hypothèses suivantes ne seront pas étudiées :

- le mode de vie des prosobranches a changé (les temps sont trop courts) ;
- quelqu'un s'amuse à déplacer les prosobranches.

2.1. Le niveau de la mer est descendu ?

Les différentes reconstitutions du niveau des mers (voir [wikipedia](#)  pour des exemples) indiquent que depuis les 15 derniers milliers d'années, le niveau de la mer ne cesse d'augmenter comme le montre la figure 3. La dernière fois que le niveau de la mer était le même que l'actuel remonte à environ 120 milliers d'années. Or depuis 120 000 ans, il y a eu plusieurs cycles de glaciation/déglaciation qui auraient largement eu le temps de complètement éroder nos cailloux. **L'hypothèse 1 est donc fautive** puisqu'au contraire, le niveau global de la mer est monté.

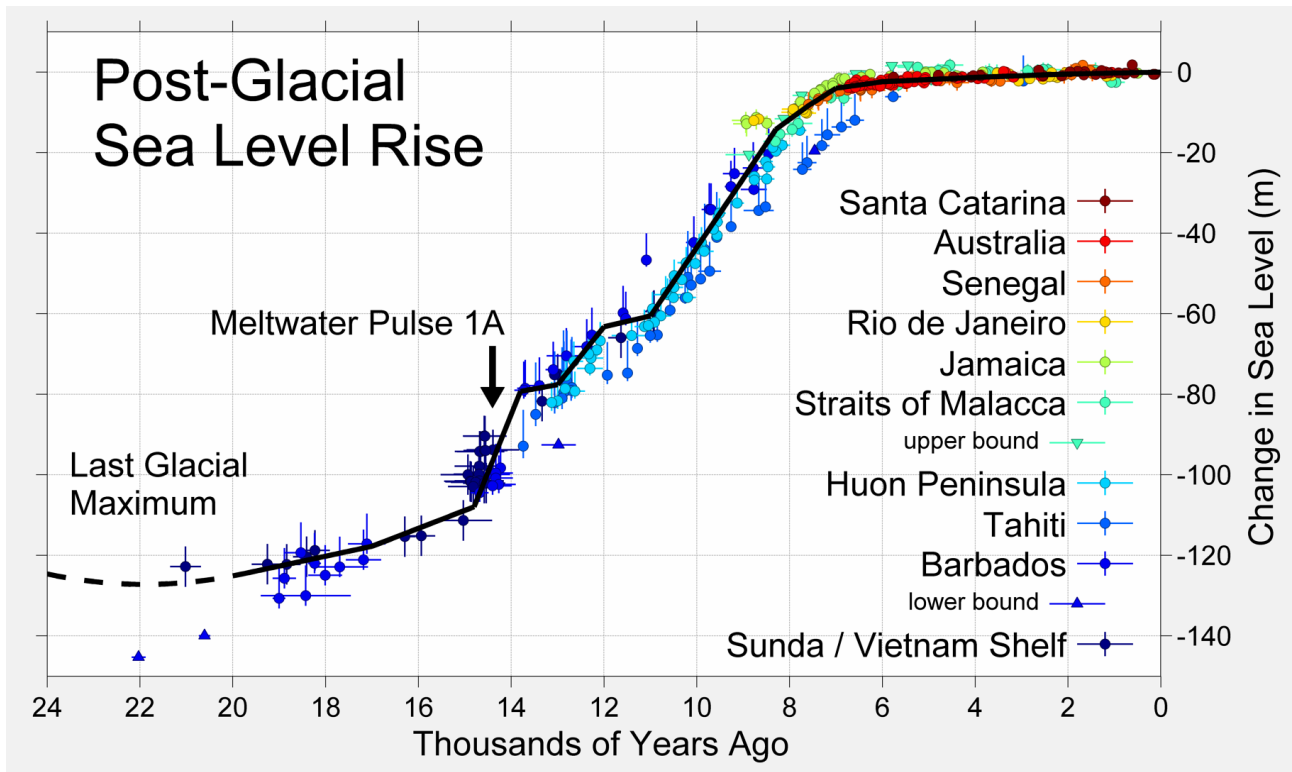


FIGURE 2. – Figure 3 : hausse du niveau moyen des mers (crédit Robert A. Rohde, wikimedia et Global Warming Art project).

2.2. Le sol est remonté?

L'hypothèse 2, le sol est remonté, doit donc être vérifiée.



Euh ?? Les cailloux c'est dur et ça bouge pas, si ?

Si. Seulement il faut du temps et y aller doucement. C'est exactement comme une plaque de plastique : c'est solide, mais si on appuie dessus elle plie. De plus on peut aussi voir les roches comme un fluide sur des temps longs. Par conséquent on dit que la lithosphère est visco-élastique :

- visco car si on prend son temps, un caillou se comporte comme un fluide, il n'a pas qu'un comportement cassant ;
- élastique car si elle subit une déformation, elle a tendance à revenir à sa position initiale, comme un élastique (jusqu'à un certain niveau de contrainte, où là le comportement devient plastique ou cassant).



Pour se rafraîchir la mémoire sur lithosphère, asthénosphère et croûte.

La lithosphère est l'enveloppe de la Terre solide la plus externe. Elle comprend la croûte et le manteau lithosphérique. Son épaisseur est d'environ 100 km et elle forme un ensemble cohérent, rigide.

2. Essayons de comprendre...



L'asthénosphère se situe entre la lithosphère et le noyau de la Terre (entre 100 km et ~3000 km). C'est là qu'ont lieu les mouvements de convection à l'origine de la tectonique des plaques. L'asthénosphère est plus facilement déformable que la lithosphère.

Bien que le couple lithosphère/asthénosphère soit en contact, il y a de grands changements physico-chimiques entre ces 2 enveloppes ce qui permet un certain découplage entre elles. **Tout se passe comme si la lithosphère flottait sur l'asthénosphère.**

La question est donc *pourquoi le sol remonterait* ? Voici trois indices.



<http://zestedesavoir.com>

En Norvège on trouve quasiment partout ces cailloux arrondis et striés.



Les fjords sont majestueux, et profonds parfois. Ici c'est le Lysefjord, dans le Sud-Ouest de la Norvège, on descend de plus de 1000 m à 0 m en quelques mètres... Il fait 42 km de long et a parfois plus de 400 m de fond. Même Victor Hugo est impressionné! cf. *Les*

<http://zestedesavoir.com/media/galleries/1873/7ec53d8f-f>

Travailleurs de la mer.



L'Antarctique possède actuellement des glaciers de partout, parfois sur plusieurs kilomètres de haut. Quelle est la masse de 1 km^3 de glace ?

- Masse volumique de la glace : $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.
- Appelons V le volume de glace, on convertit les unités : $V = 1 \text{ km}^3 = 1\,000\,000\,000 \text{ m}^3$.
- On sait que la masse m est égale au produit du volume par la masse volumique : $m = \rho * V$.
- La masse de $V = 1 \text{ km}^3$ de glace est donc $m = 1\,000\,000\,000\,000 \text{ kg}$, soit *1 milliard de tonnes*. C'est... lourd.

Normalement avec ces 3 indices, notamment le dernier, vous devriez avoir une petite idée.

Lors de la dernière glaciation, le Würm, il y a environ 20 000 ans, la Scandinavie était recouverte d'immenses glaciers de quelques kilomètres de hauteur. Le paysage devait sans doute ressembler à l'Antarctique actuellement. Or 2 kilomètres de glacier ça pèse! Une colonne d'1 mètre-carré de glacier sur 2 kilomètres de haut a une masse de 2000 tonnes, ou encore exerce une pression à sa base de 2 000 000 Pa.

Or quand on met une masse sur quelque chose, ce quelque chose s'enfoncé jusqu'à atteindre un équilibre. C'est ce qui fait flotter les bateaux, les dirigeables ou les icebergs. Physiquement on

3. Refaisons l'histoire

appelle ça l'équilibre hydrostatique, qui n'est rien d'autre que la poussée d'Archimède équilibrant le poids de l'objet.

La lithosphère a donc un excès de masse dû aux glaciers, elle s'enfonce par conséquent dans le manteau asthénosphérique, ce qui a pour conséquence d'abaisser la Scandinavie (jusqu'à 100 m à certains endroits).

Mais il y a 15 000 ans le Würm se termine et la Terre se réchauffe. La conséquence : les glaciers fondent. L'excès de masse disparaît et la lithosphère n'est plus à l'équilibre. Il n'y a en effet plus le poids des glaciers pour compenser la poussée d'Archimède due à l'immersion dans l'asthénosphère. Or puisque la lithosphère est visco-élastique elle peut revenir à son état initial sans trop craquer de partout et elle remonte littéralement, de la même manière que lorsqu'on appuie sur un flotteur il coule et quand on arrête d'appuyer il remonte.

Du fait de la très haute viscosité du manteau terrestre (c'est un caillou, ça s'écoule pas bien), sa remontée est lente et continue encore aujourd'hui. Il y a un dicton Scandinave qui dit

▮ Là où le grand-père accrochait sa barque, le petit-fils y plante des choux.
En effet, si le sol remonte, la ligne de rivage recule.

3. Refaisons l'histoire

Revenons-en à nos mangeurs de cailloux : ils vivent au bord de l'eau, mais l'eau recule, ils suivent donc l'eau, et leurs anciens lieux de vie remontent petit à petit en même temps qu'eux suivent la ligne de rivage qui se déplace.

Cette remontée s'effectue au rythme de 1 mm/an à 1 cm/an, ce qui explique le dicton : la ligne de rivage est 1 m plus basse qu'au début du siècle.

Résumé en image.



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/1873/>

Et la conséquence sur nos prosobranches.



<http://zestedesavoir.com/media/galleries/1873/>

FIGURE 3. – Migrations des prosobranches

3. Refaisons l'histoire

Ce phénomène s'appelle « rebond isostatique » car les concepts sous-jacents sont ceux de lithosphère élastique et d'isostasie, c'est-à-dire l'équilibre isostatique de la lithosphère. Pour une explication plus détaillée de l'isostasie [le tutoriel de Mewtow](#) est très bien fait.

?

Hep pas si vite! Pourquoi tu parles de « bouclier scandinave » ? Les Vikings sont dans le coup ?

Désolé mais non... D'un point de vue géologique la Scandinavie est ce qu'on appelle un « craton » car elle repose sur des roches granitiques très vieilles et très dures, qui la protègent un peu des « chocs » lors des collisions de continents. D'où l'idée de « bouclier ». On retrouve d'autres boucliers un peu partout sur Terre, mais ce serait l'objet d'un autre article.

Les cailloux ça bouge, il y a des interactions fortes entre les différentes enveloppes de la Terre : hydrosphère, cryosphère, lithosphère, mais aussi biosphère, atmosphère (la mousson indienne érode l'Himalaya, qui perd de la masse et qui donc remonte, ici encore par isostasie) voire la magnétosphère! La Terre est un système dynamique, modelant les paysages et les climats au fil du temps, le tout visible lors de balades et randonnées, et c'est ce qui rend passionnantes les géosciences!

J'espère que cette petite excursion géologique en Norvège vous a plu.