

Mesures de gravimétrie et GPS pour quantifier la fonte de la calotte glaciaire du Groenland

Professeur Olivier FRANCIS
Membre de l'Institut Grand-Ducal, section des Sciences.

(Résumé de l'intervention)

Les scientifiques s'accordent pour dire qu'il y a un changement climatique, qui se caractérise par une élévation de la température moyenne de la planète, de l'ordre de 0,5 C° depuis 1900.

Une des conséquences est la fonte des glaces, entraînant une augmentation du niveau moyen des mers, qui est estimé de l'ordre du millimètre par an depuis une centaine d'années.

Le niveau moyen des mers s'élève en raison de la fonte des glaces, mais aussi à cause de la dilatation thermique de l'eau, due au réchauffement global de la planète.

Cette dilatation compte pour environ 25 à 50% dans l'élévation du niveau moyen des mers.

Donc, même s'il n'y avait pas fonte des glaces, le niveau moyen des mers s'élèverait.

Des mesures **marégraphiques**, permettent de mesurer l'augmentation du niveau des mers.

Elles donnent l'élévation des marées, ce qui se fait en France, à Brest, depuis l'an 1800.

Mais il faut se méfier, par ce système, on mesure la hauteur de la mer **par rapport au sol**, c'est un bon indicateur de ce qui se passe, mais le sol peut bouger.

Ainsi à Stockholm le niveau moyen de la mer descend, apparemment, en fait c'est le sol qui remonte. Que se passe-t-il? Il y a 10 000 ans, il y avait une calotte glaciaire de 3000 mètres de hauteur au-dessus Stockholm qui a affaîssé la croûte terrestre. Depuis, cette calotte glaciaire a fondu relâchant la pression exercée sur le sol de Stockholm. Durant ces dernières 10 000 ans, la ville de Stockholm a subi et subit toujours un relèvement, qui est aujourd'hui de l'ordre de 1 cm par an. C'est ce que l'on appelle «le rebond post-glaciaire».

Autre exemple au Japon, où les tremblements de terre faussent les mesures relatives par élévation ou effondrement du sol. Donc ces mesures ne sont pas facilement exploitables.

Pour ces raisons, on dispose aujourd'hui de satellites qui mesurent le niveau de l'eau par rapport au satellite lui-même. Ainsi, il est possible d'étudier comment évolue le niveau moyen de la mer. Actuellement, on observe de 1974 à 2006 une élévation du niveau de la mer de 3,2 millimètres par an. Mais les océans sont des systèmes dynamiques, il est des endroits où le niveau moyen monte et d'autres où le niveau moyen descend. On peut dire que globalement le niveau moyen des mers remonte, mais que ce n'est pas synchrone. On ne peut donc dire que le niveau des mers augmente **partout** de 3 millimètres par an.

L'étude de l'évolution de la calotte glaciaire au Groenland est intéressante car c'est un bon marqueur des effets du changement climatique. De plus, il est facilement accessible. Les coûts de recherche sont moins élevés qu'en Antarctique par exemple. Si la calotte glaciaire du Groenland fond complètement, le niveau moyen des mers s'élèverait de 6 à 7 mètres. Pour l'Antarctique, on parle de 70 mètres.

Pour surveiller la fonte des glaces au Groenland, on peut utiliser des observations de satellites qui mesurent la topographie de la calotte. Ce qui nous intéresse ce sont les variations de la masse de glace. Malheureusement, pour connaître la masse à partir de la topographie, il faut connaître la densité de la glace. On est donc obligé de faire des hypothèses intermédiaires qui introduisent des erreurs.

Il y a 10 ans une autre technique basée sur des méthodes de géodésie classique a été mise au point. En mesurant les mouvements verticaux du sol le long de la côte du Groenland, qui varient selon la pression qu'exerce le poids de la calotte glaciaire, on peut en déterminer les variations de masse glaciaire.

On mesure cette déformation à l'aide de récepteurs GPS. Pour des stations permanentes, on peut détecter des mouvements verticaux lents (c'est-à-dire sur la tendance annuelle) avec une résolution de quelques millimètres. Ces mouvements sont la résultante de deux phénomènes :

1. la déformation élastique due à la fonte actuelle de la calotte.
2. la déformation viscoélastique ou effet du rebond post-glaciaire dû à la calotte glaciaire qui existait, il y a 10 mille ans.

Pour discriminer les deux phénomènes, il suffit de mesurer en continu le déplacement des stations de mesure ainsi que d'y effectuer une fois par an une mesure de la pesanteur.

Depuis 1995, une station de mesures est installée sur la côte ouest du Groenland et une autre station fut installée en 1996 sur la côte est. On y mesure en permanence le déplacement radial par GPS et tous les ans ou deux les variations de la pesanteur.

L'accélération de la pesanteur est mesurée à l'aide d'un « gravimètre absolu » avec une précision du milliardième (on mesure $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ avec 9 décimales).

Les observations montrent une diminution progressive de la pesanteur et un soulèvement lent et constant des stations et ceci d'une manière plus marquée depuis 2002 interprétable en terme de perte de masse de glace. Ce même phénomène est observé par d'autres techniques.

Il y a, semble-t-il, une accélération du phénomène, mais attendons pour en tirer des conclusions.

En 2001, on serait arrivé au **point critique** où la station arrête de s'enfoncer et où elle remonte, à cause de la diminution de la pression de la glace sur le sol suite à la fonte actuelle de la glace.

On estime que 3,5 à 6 cm d'équivalent en couche d'eau est perdu chaque année.

Que va-t-on faire dans l'avenir pour affiner ces mesures ?

De nouvelles stations GPS vont être installées, soit trente stations en tout en 2007-2008.

Les chercheurs belges vont installer le même type de station en Antarctique, des stations françaises sont déjà en place.

Fin de la conférence sous de vifs applaudissements.