

SIMULER LA FONTE DES CALOTTES POLAIRES

Auteurs : Maëlle Nodet (Université Grenoble Alpes) et Jocelyne Erhel (Inria)

Licence : Creative Commons BY-NC-SA

Thème : une planète menacée

Type de module : programme

Description courte :

Le niveau des mers monte, pour différentes raisons liées au réchauffement climatique. Les glaciers de l'Antarctique et du Groenland, qu'on appelle calottes polaires ou inlandsis, jouent un rôle majeur dans l'évolution du niveau des mers. Peut-on prévoir l'évolution future de ces calottes polaires et en particulier le vélage d'icebergs dans l'océan ?

Le module répond à cette question en montrant des simulations numériques de l'évolution d'une calotte polaire. Le modèle mathématique est dérivé des processus physiques à l'œuvre. Le modèle numérique est construit en discrétisant l'espace et le temps puis en résolvant itérativement des équations non linéaires. Enfin les simulations peuvent prédire l'évolution durant des centaines d'années. Des résultats de simulations sont présentés avec des images et un film.

Mathématiques :

Du fait que le modèle mathématique est compliqué, avec un système d'équations aux dérivées partielles non linéaires, il est très simplifié pour mettre en évidence les idées principales. Les lois physiques et les équations sont illustrées par des graphiques et seulement quelques expressions mathématiques. Des notions fondamentales sont introduites.

Le module est complémentaire du programme « Le futur des glaciers » par G. Jouvet et al., avec lequel il présente de grandes différences. Premièrement, il traite des calottes polaires et non des glaciers alpins. Deuxièmement, les mathématiques sont introduites d'une autre manière. Ici, le programme décrit les outils successifs, depuis les modèles jusqu'aux codes en passant par les algorithmes. Nous expliquons comment les équations sont écrites à l'intérieur de la calotte polaire et aux différentes frontières. Nous relierons les processus physiques aux lois de conservation et aux équations aux dérivées partielles. Par ailleurs, le film de notre module ne présente qu'un seul scénario.

Module interactif :

Le module se lit comme un livre interactif, avec 12 pages, organisées de la façon suivante.

Page 1: introduction.

Page 2: montée du niveau des mers et fonte des calottes polaires ; vidéo montrant le vélage d'icebergs au Groenland.

Page 3: résumé du travail de recherche interdisciplinaire ; photos d'un glacier.

Page 4: processus physiques ; le lecteur peut choisir une zone (à l'intérieur, à la base, à la surface, au niveau de la mer) et obtenir des explications sur la physique.

Page 5: modèle mathématique; les mêmes zones peuvent être choisies pour obtenir des explications sur les variables et les équations.

Page 6: modèle numérique, discrétisation en temps; un diagramme et un texte court décrivent les différents pas de temps.

Page 7: modèle numérique, discrétisation en espace; une image d'un maillage 3D et un texte expliquent le passage du continu au discret.

Page 8: modèle numérique, équations non linéaires; les notions d'algorithme itératif et de critère d'arrêt sont introduites.

Page 9: simulations numériques; des résultats utilisant le logiciel Elmer/Ice sont présentés dans un film.

Page 10: Quiz; une question sur le compromis entre vitesse et précision.

Page 11: Bibliographie.

Page 12: Crédits.

Aspects techniques :

Le module contient un fichier principal écrit en html, avec une feuille de style dans un fichier css et il fait appel à des scripts en javascript. Les images sont des fichiers png, les films sont intégrés depuis YouTube. La version soumise n'est pas encore un site web adaptatif (RWD) mais nous prévoyons de le faire évoluer. Par conséquent, nous recommandons d'ouvrir le fichier index.html qui permet d'ouvrir le module à la bonne dimension. Il est aussi possible d'ouvrir directement le fichier Glaciers.html et de redimensionner la fenêtre du navigateur (1000 x 780 pixels). Le module a été testé sur des ordinateurs portables, avec plusieurs systèmes d'exploitation (Windows, MacOS) et plusieurs navigateurs (Firefox, Chrome, Safari).