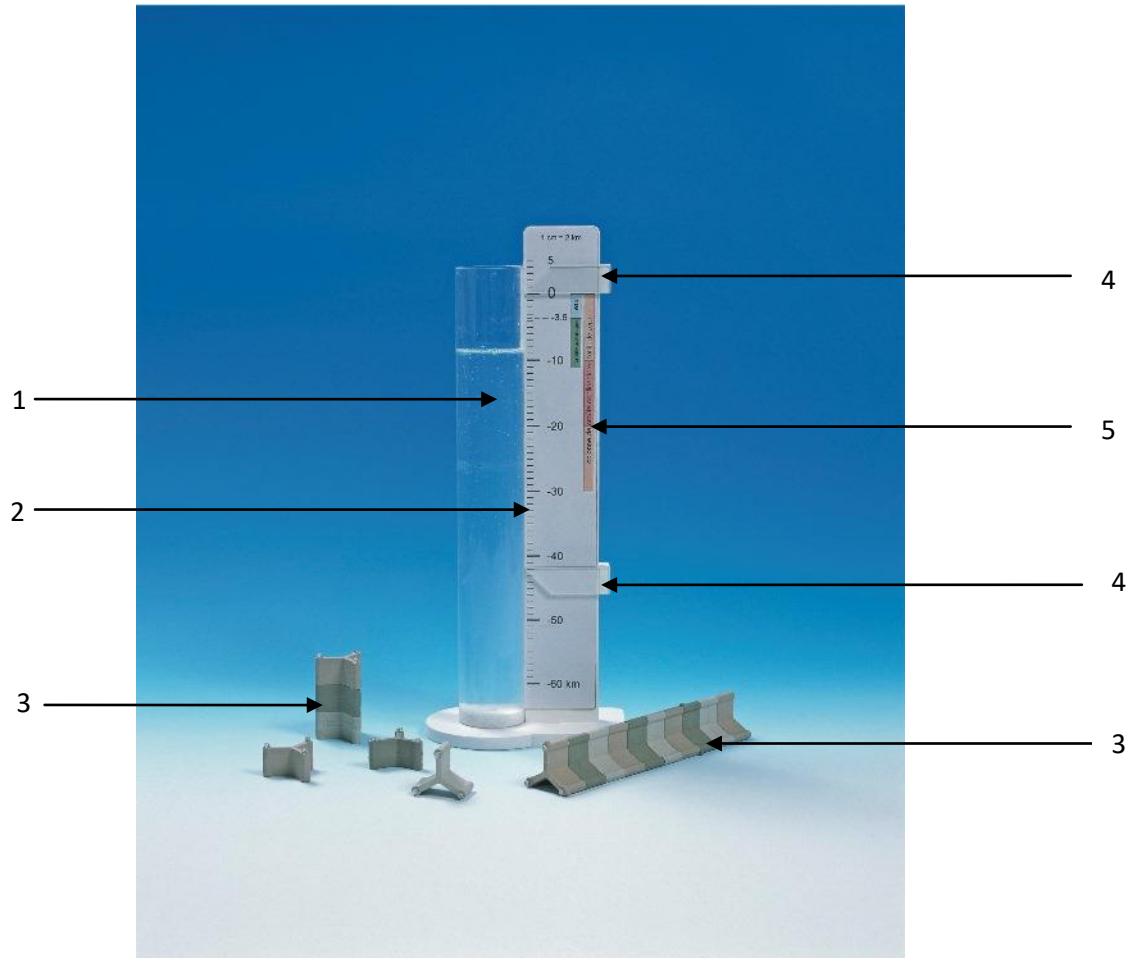
MODELE ANALOGIQUE ISOSTASIE

Réf. 032 017

1. Description :

Modèle analogique permettant d'étudier le réajustement isostatique de la croûte continentale consécutive à l'érosion des reliefs et à la fonte d'une calotte glacière.

Constituée d'une cuve aux parois transparentes, d'éléments colorés empilables représentant la croûte continentale, cette maquette offre une parfaite visibilité des phénomènes mis en jeu.



1 – Cuve transparente en PMMA	4 – Index coulissants
2 – Echelle graduée en km	5 – Indication d'épaisseur moyenne des croûtes océaniques et continentales.
3 – Eléments empilables	

2. Composition :

Le modèle analogique isostasie est constitué de :
une cuve cylindrique transparente sur base antidérapante équipée d'une échelle verticale graduée en km (échelle : 1 cm = 2 km).
deux index coulissants permettant d'effectuer des repérages et d'observer aisément les mouvements verticaux.
plusieurs jeux d'éléments empilables de différentes teintes de brun représentant la croûte océanique.
un jeu d'éléments empilables de couleur blanche représentant une calotte glacière.
un couvercle pour fermer la cuve après utilisation et éviter l'évaporation du contenu de la cuve.

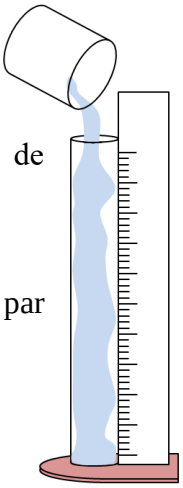
3. Matériel complémentaire requis :

L'utilisation du modèle analogique isostasie nécessite les produits complémentaires suivant :

Référence	Désignation
911 075	Kit pour préparation du gel à base d'eau
910 010	Eau déminéralisée 5L

Le gel à base d'eau de densité proche de 1 permet de simuler le comportement du manteau et d'observer le retard du réajustement isostatique par rapport à sa cause (fonte d'une calotte glaciaire…).
Si l'utilisateur du modèle analogique ne s'intéresse qu'aux mesures de déplacements verticaux sans avoir besoin d'observer le retard du réajustement isostatique, les expériences peuvent être effectuées dans l'eau.

4. Mise en œuvre du gel :

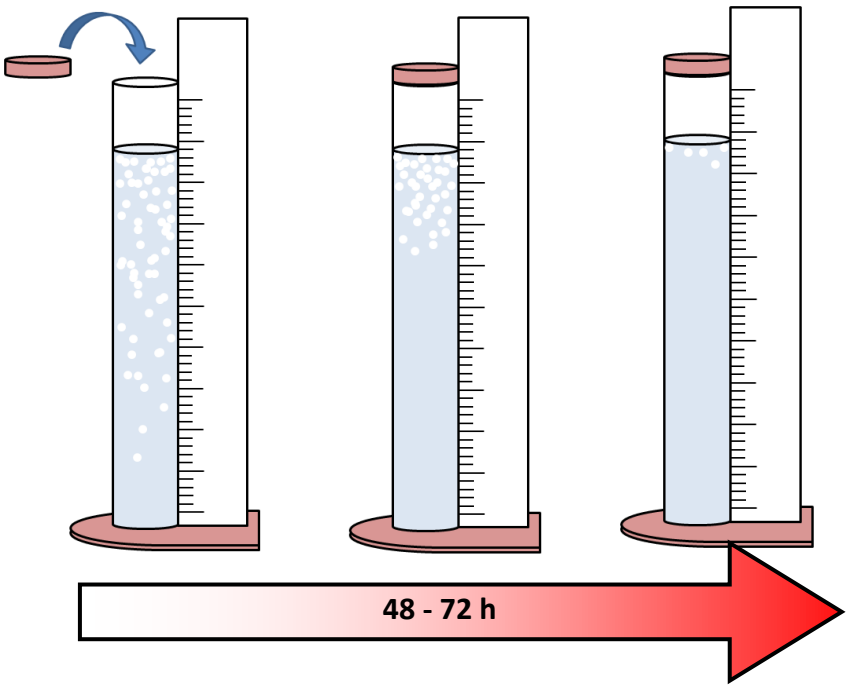


1- Remplissage de la cuve :

Préparer le gel à base d'eau en se référant aux indications figurant sur les sachets de réactifs.

Une fois le gel préparé et refroidi, remplir la cuve de gel.
La consistance épaisse du gel peut rendre cette opération délicate. Remplir la cuve par ajouts successif de petites quantités de gel.
S'assurer que le niveau de gel dans la cuve se situe à 4 cm en dessous du niveau 0 de l'échelle graduée.

Placer le couvercle sur la cuve et laisser reposer le gel dans la cuve **pendant 2 à 3 jours** pour permettre la remontée des bulles.



⚠ **La présence de bulles dans le gel modifie la densité du gel et donc l'amplitude du réajustement isostatique.**

Pour cette raison il est préférable d'attendre que les bulles d'air soient remontées hors du gel pour commencer l'expérience.

2- Conservation du gel :

Le gel peut se conserver pendant de longues périodes sous réserve qu'il soit protégé de l'évaporation.

- Replacer le couvercle de la cuve après chaque utilisation.
- Si la surface présente des signes de séchage (formation d'un film solide), ajouter quelques gouttes d'eau déminéralisée pour dissoudre le film avant qu'il ne s'épaississe.

Le gel étant constitué d'eau à 96 % il peut se développer au bout de quelques semaines des colonies bactériennes ou fongiques dans le gel.

Pour éliminer ces développements :

- Verser quelques gouttes d'eau de javel concentrée dans le gel.
- Ce traitement peut être réalisé à titre préventif en cas de stockage prolongé du gel (entre deux sessions de TP ou pendant les petites vacances scolaires).

Conservation sur de longues périodes :

Si le gel doit être conservé dans la cuve pendant plusieurs semaines (petites vacances…), procéder comme suit :

- Verser quelques gouttes d'eau de javel concentrée dans le gel.
- Placer le couvercle sur la cuve et recouvrir la jonction entre la cuve et le couvercle de film (film alimentaire, Parafilm®…).
- Stocker les cuves pleines à l'abri de la lumière (dans une pièce sombre, dans une armoire sans vitre…).

Renouvellement du gel :

Il est recommandé de vider la cuve avant les vacances d'été et de renouveler le gel d'une année sur l'autre.

3- Nettoyage :

Le nettoyage des pièces se fait à l'eau tiède et au détergent ménager (type liquide vaisselle).
Les résidus de gel ne présentent pas de danger pour l'environnement et peuvent être jetés à l'égout.

Ne pas effecteur de nettoyage à haute température (> 50 °C). L'exposition de la cuve ou des pièces plastique empilables à une température dépassant 50°C peut provoquer des déformations irréversibles sur ces dernières.

Ne pas utiliser de solvant organique (acétone, essence…) pour nettoyer le modèle.

4- Limites liées à la mise en œuvre du gel :

Le rapport de densité entre le gel et les pièces plastiques empilables est proche du rapport de densité entre le manteau et la croûte continentale. La modélisation des mouvements verticaux provoqués par le phénomène du réajustement isostatique est donc assez proche de la réalité et permet de réaliser une modélisation des phénomènes mis en jeu *(paragraphe 6)*.

Néanmoins, en raison de sa forte viscosité, le gel peut être entrainé par les pièces ou rester bloqué entre les pièces lors du rééquilibrage isostatique au moment de leur sortie à l'air libre.
Il est possible qu'un important ménisque se forme au contact des pièces lors de leur sortie du gel s'opposant à la remontée des pièces.

Ces phénomènes peuvent donc avoir pour effet de provoquer des écarts par rapport aux valeurs théoriques.

Pour pallier à cela, lorsque les expériences sont réalisées dans le gel à base d'eau :

- rincer les pièces émergées après leur sortie du gel afin d'éliminer les résidus de gel et les replacer sur la pile ensuite.
- verser une petite couche d'eau déminéralisée à l'aide d'une pipette compte-gouttes à la surface du gel pour limiter l'effet de ménisque.

5- Approche quantitative rigoureuse :

Il est possible d'ajuster la densité du fluide simulant le manteau afin d'obtenir un rapport de densité identique à celui de la réalité (densités moyennes du manteau et de la croute continentale).
Pour cela il convient de travailler dans de l'eau salée dont la concentration en sel est précisément déterminée *(paragraphe 6)*.

Réaliser une solution aqueuse de chlorure de sodium à 64 g par litre (sel de cuisine dans de l'eau déminéralisée). Agiter jusqu'à totale dissolution du chlorure de sodium. Remplir la cuve de la maquette analogique avec cette solution.

Remarque : l'utilisation d'une solution aqueuse ne permet pas d'étudier l'effet retardé du réajustement isostatique que l'on observe dans le gel à base d'eau.

6- Données techniques :

Expérimentation dans le gel à base d'eau

Modèle	Densité	Réel	Densité
Gel à base d'eau	≈ 1	Manteau	3,3
Pièces plastique empilables	0,87	Croûte continentale	2,7
Rapport de densité modèle	0,87	Rapport de densité réel	0,818

Expérimentation dans l'eau déminéralisée salée à 64 g/L

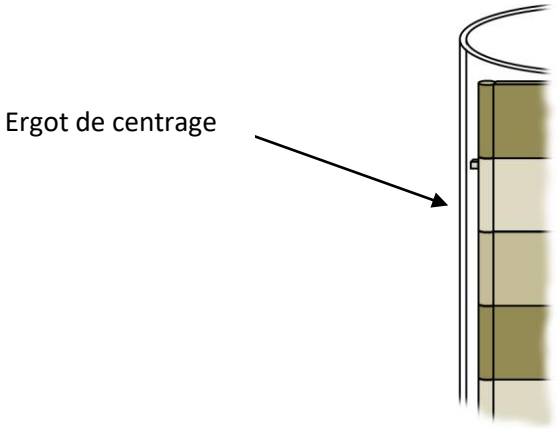
Modèle	Densité	Réel	Densité
Eau salée à 65 g/L	1,064	Manteau	3,3
Pièces plastique empilables	0,87	Croûte continentale	2,7
Rapport de densité modèle	0,818	Rapport de densité réel	0,818

5. Manipulation :

1- Constitution de l'empilement

L'empilement des pièces plastique doit être réalisé comme indiqué ci-après :

Certaines pièces empilables comportent un petit ergot de centrage sur chaque ailette. Les ergots servent à centrer l'empilement dans la cuve et à éviter que les ailettes des pièces superposables ne frottent sur les bords de la cuve et gênent les mouvements verticaux.



Au moment de l'assemblage prendre soin de les répartir sur la longueur de l'empilement. Placer une pièce avec ergot à la base de l'empilement, une à mi-hauteur et une au sommet de l'empilement.

Veiller à ce que les pièces devant être retirées au cours de l'expérience soient placées sur une pièce comportant un ergot.

2- Etude qualitative du rebond post-glaciaire ou ajustement isostatique

Cette modélisation permet d'étudier qualitativement le soulèvement de la croûte terrestre, consécutifs à la fonte d'une calotte glaciaire. Les masses terrestres compressées par la masse glaciaire se relève lors de la période post-glacière en raison du phénomène d'isostasie.

Le milieu gélifié dans lequel est plongé l'empilement de pièces simulant la croûte terrestre permet de ralentir le mouvement de rééquilibrage et de modéliser le retard du réajustement par rapport au phénomène de déglaciation.

Expérience :

- assembler une série de pièces plastiques empilables brunes en alternant les teintes.
- ajouter 2 à 3 pièces blanches pour simuler la masse glaciaire.
- plonger l'ensemble dans le gel et le laisser s'équilibrer, cette opération peut prendre quelques minutes.
- compéter le niveau de gel à base d'eau pour que son niveau soit confondu avec la limite croûte océanique/fond des océans soit -3,6 km.
- attendre à nouveau l'équilibre pendant quelques minutes.
- repérer à l'aide d'un index coulissant le sommet de la croûte continentale *(photo 2-a)*.
- retirer **délicatement** les pièces blanches simulant la masse glacière. **Il est important de ne pas faire varier la position de l'empilement de pièces.**
- observer le mouvement vertical de l'ajustement isostatique.
- attendre l'équilibre, ajuster à nouveau le niveau de gel à -3,6 km.
- attendre l'équilibre et repérer le niveau de la croûte continentale à l'aide du deuxième index coulissant *(photo 2-b)*.

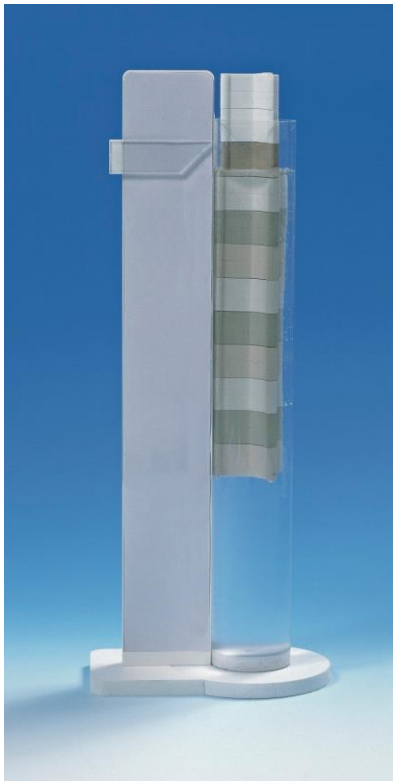


Photo 2-a

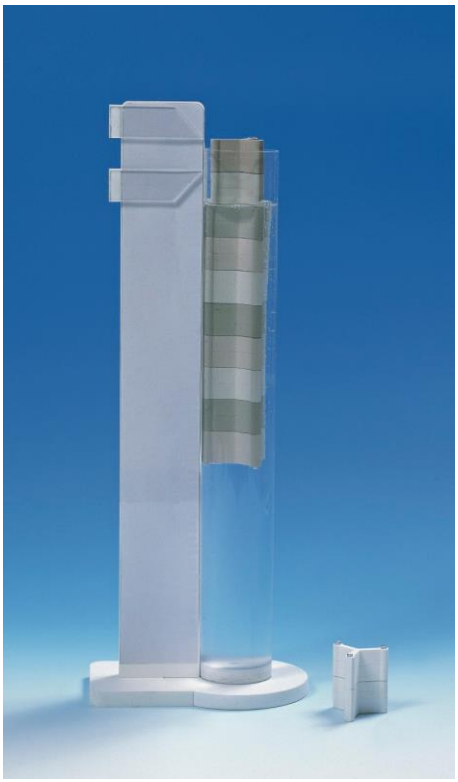


Photo 2-b

3- Etude quantitative de l'antagonisme érosion et isostasie

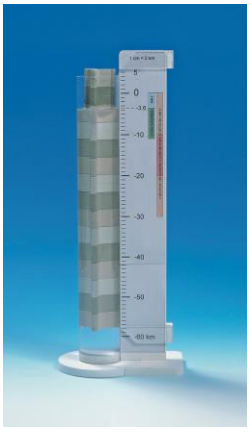
Cette modélisation permet d'étudier quantitativement les deux phénomènes antagonistes qui apparaissent lors de l'évolution des chaines de montagnes : l'érosion et l'isostasie.

Suivant le liquide utilisé pour simuler le manteau, la maquette analogique isostasie permet de réaliser :

- une étude qualitative approximative avec visualisation de l'effet retardé du réajustement isostatique par rapport à sa cause (ici l'érosion). Dans ce cas utiliser le gel à base d'eau.
- une étude qualitative rigoureuse avec un respect précis et fidèle des rapports de densité croute/manteau. Dans ce cas utiliser une solution d'eau salée à 65 g/L.

Expérience :

- assembler une série de pièces plastiques empilables brunes en alternant les teintes.
- plonger l'ensemble dans le gel et le laisser s'équilibrer, cette opération peut prendre quelques minutes.
- compléter le niveau de gel à base d'eau pour que son niveau soit confondu avec la limite croûte océanique/fond des océans soit -3,6 km.



- attendre à nouveau l'équilibre pendant quelques minutes.
- repérer à l'aide des index coulissants la base de la racine crustale et le sommet de la chaine de montagne *(photo 3-a)*.
- retirer **délicatement** la pièce située au sommet de l'empilement.
- observer le mouvement vertical de l'ajustement isostatique.
- attendre l'équilibre, ajuster si besoin le niveau de gel à -3,6 km.
- attendre l'équilibre repérer à l'aide des index l'altitude de la chaine de montagne et la profondeur de la racine crustale.
- repérer cette opération plusieurs fois en repérant et en notant les altitudes à chaque étape.

Photo 3a - Etape 1

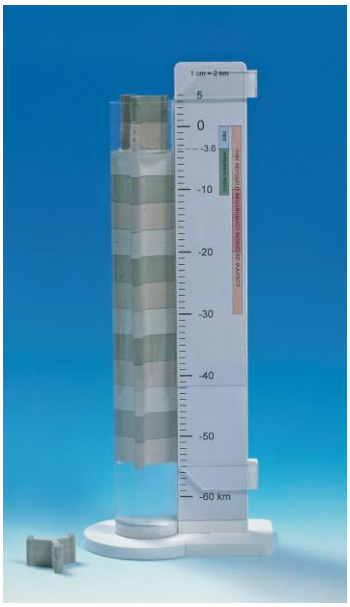


Photo 3b - Etape 2

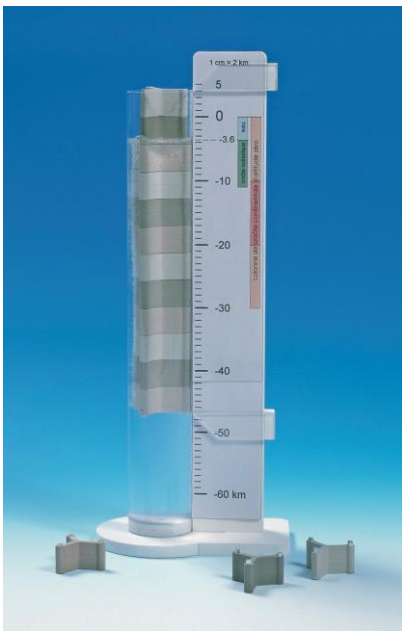


Photo 3c - Etape 3

Photo 3c - Etape finale

6. Entretien et nettoyage :

Après usage, la cuve peut être nettoyée avec du détergent (type liquide vaisselle). Ne pas utiliser de solvant organique risquant d'attaquer la cuve en PMMA ou de produits abrasifs pouvant la rayer ou l'opacifier.

7. Sécurité :

Les composants du gel à base d'eau ne doivent pas être ingérés. Veiller à se laver les mains soigneusement après utilisation du modèle analogique isostasie lorsqu'il est mis en œuvre avec le gel à base d'eau.

La fiche de donnée de sécurité (FDS) des composants du gel à base d'eau est disponible sur simple demande par courriel.

jecontacte@sciencethic.com

8. Nous contacter :

Ce matériel est garanti 2 ans. Pour toutes questions, veuillez contacter :

sav@sciencethic.com

www.sciencethic.com