

# Comment marche une bouillotte ?

---

## Niveau :

Seconde-Terminale

## Type d'activités :

Expérience Chimie

## Tags :

Etat métastable, cristallisation, changement d'état

## Temps nécessaire :

15 min

## Matériel nécessaire :

- Une bouillotte pour randonneurs (chauffe-mains)

## Protocole :

- Faire circuler la bouillotte aux élèves pour leur montrer qu'elle ne contient qu'un liquide transparent et à température ambiante.
- Récupérer la bouillotte et courber la pastille. En quelques secondes, le liquide cristallise en dégageant énormément de chaleur.
- Attention ! La chaleur est vraiment très importante et les risques de brûlures ne sont pas négligeables
- Pour faire reprendre sa forme normale à la bouillotte, la placer dans un gant de toilette, dans de l'eau bouillante pendant 10-15 minutes, jusqu'à disparition complète des cristaux.

## Explications :

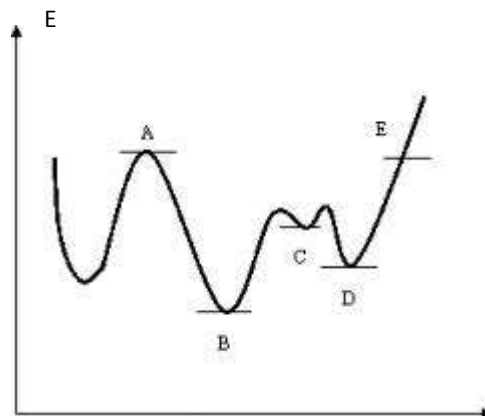
L'état intermédiaire, à partir duquel on peut récupérer une grande quantité d'énergie, s'appelle un *état métastable*. C'est donc un état qui est stable mais si on le perturbe en lui fournissant un peu d'énergie (énergie d'activation) ou par une action, celui-ci va évoluer vers un état beaucoup plus stable. Il suffit par exemple d'introduire un seul petit cristal (un *germe*) dans la solution limpide pour provoquer sa cristallisation complète. Ou bien de gratter les parois du récipient en verre pour provoquer la formation de cristaux : chaque rayure sert de germe aux cristaux.

On peut modéliser un état métastable par le graphique suivant :

A : état instable : une petite perturbation du système lui fait quitter cet état

B : état stable : minimum global de l'énergie du système

C et D : états métastables : minima locaux de l'énergie



Il s'agit d'un phénomène réversible à volonté, un tel système peut fonctionner indéfiniment dans un sens ou dans l'autre. Voilà pourquoi on peut l'utiliser dans une poche fermée pour restituer la chaleur, sans aucun autre apport de produit chimique.

## Applications :

- La surfusion : l'état d'une matière qui demeure en phase liquide alors que sa température est plus basse que son point de solidification.

Dans son roman *Kaputt* (1943), l'écrivain italien Curzio Malaparte relate l'anecdote suivante, que l'on présume survenue en 1942 lors du siège de Léninegrad :

« Le troisième jour un énorme incendie se déclara dans la forêt de Raikkola. Hommes, chevaux et arbres emprisonnés dans le cercle de feu criaient d'une manière affreuse. (...) Fous de terreur, les chevaux de l'artillerie soviétique - il y en avait près de mille - se lancèrent dans la fournaise et échappèrent aux flammes et aux mitrailleuses. Beaucoup périrent dans les flammes, mais la plupart parvinrent à atteindre la rive du lac et se jetèrent dans l'eau(...) Le vent du Nord survint pendant la nuit (...) Le froid devint terrible. Soudainement, avec la sonorité particulière du verre se brisant, l'eau gela.(...) Le jour suivant, lorsque les premières patrouilles, les cheveux roussis, atteignirent la rive, un spectacle horrible et surprenant se présenta à eux. Le lac ressemblait à une vaste surface de marbre blanc sur laquelle auraient été déposées les têtes de centaines de chevaux. »

— Curzio Malaparte, *Kaputt*, 1943

L'astrophysicien et vulgarisateur Hubert Reeves reprend ce récit et le tient pour véridique dans son livre *L'Heure de s'enivrer* (1986). Il émet l'hypothèse que le gel quasi-instantané de l'eau du lac était causé par un changement de phase rapide dû à l'état présumé de surfusion de l'eau au moment de l'incident.