

Merci de ne rien inscrire dans cette zone et ne pas modifier les marges des pieds de page et entêtes.

Merci de ne rien inscrire dans cette zone et ne pas modifier les marges des pieds de page et entêtes.

Comment décrire les éruptions volcaniques par la thermodynamique phénoménologique ?

Régis Thiéry *1

¹ Laboratoire Magmas et Volcans (LMV) – CNRS : UMR 6524 - Université Clermont Auvergne - France

Les mécanismes des éruptions volcaniques font l'objet de nombreuses modélisations détaillées de thermodynamique statistique et de cinétique, mais il manque encore une description thermodynamique globale des processus énergétiques permettant d'expliquer le caractère explosif de ces éruptions dans ses grandes lignes.

Cette contribution vise à apporter une première réponse à partir de diagrammes thermodynamiques de systèmes simples comme le système H₂O, le système H₂O-CO₂, le système NaCl-H₂O ou les système silicates-H₂O.

Ainsi, il est proposé qu'une grande partie des éruptions volcaniques peuvent être décrites par ces trois grandes étapes:

1. Décompression adiabatique brutale d'un système initialement à l'équilibre dans un réservoir sous pression et majoritairement sous forme liquide, par la propagation d'une onde de décompression. Cette détente étant trop rapide pour les processus de nucléation/croissance de bulles, le liquide se trouve alors dans un état de tension métastable, à même de réagir par cavitation voire de s'approcher de la courbe spinodale du liquide, synonyme de déstabilisation très explosive du liquide sous forme de décomposition spinodale ;

2. Rebond de pression sous forme d'une onde de choc par un début d'exsolution des volatils et surtout par rééquilibrage adiabatique des potentiels chimiques entre le liquide et le gaz ;

3. Et enfin, détente adiabatique irréversible d'un mélange liquide + gaz (+solides) jusqu'à la pression externe de l'atmosphère ou de l'océan, et retour à l'équilibre.

Toutes ces étapes peuvent être calculées avec l'aide d'une équation d'état, et je présente les diagrammes thermodynamiques pression versus température, potentiel chimique versus pression, et énergie explosive versus température/pression afin d'illustrer les différentes facettes du phénomène volcanique de ce point de vue thermodynamique.

Ce modèle s'applique aussi bien aux éruptions phréato-magmatiques produites par les volcans de type maar-diatrème qu'aux éruptions pliniennes impliquant des magmas acides visqueux. Le modèle est étendu au cas des effets de surpression produits par un choc thermique sur de l'eau froide au contact d'un magma ou par la cristallisation de cristaux anhydres lors du refroidissement d'un magma dans une chambre magmatique.

L'intérêt de cette approche méthodologique est aussi de déconstruire les biais cognitifs largement propagés dans l'enseignement au niveau collèges/lycées et par la vulgarisation du volcanisme auprès du grand public, comme, par exemple sur le rôle exagéré attribué aux surpressions des bulles de gaz dans un magma visqueux, ou sur l'ébullition en système clos, qui est souvent mal comprise.

Mots-Clés : Thermodynamique, volcanisme, fluides, ébullition, métastabilité, explosivité