

RESUMÉ

Le volcanisme et le magmatisme peuvent fournir des indications sur des processus géodynamiques évolutifs tels que la génération et la migration de zones de subduction (Arculus et al., 2019). La variabilité chimique du magma dépend en effet des processus impliqués dans sa production, qui diffèrent d'un cadre tectonique à l'autre (Davidson et al., 2013). La génération du magma et son fractionnement, sont modulés par plusieurs paramètres dont la pression (Turner & Langmuir, 2015), la teneur en eau (Turner & Langmuir, 2022), la température (Turner & Langmuir, 2022) et la fugacité de l'oxygène (Turner & Langmuir, 2022). Alors que l'étude détaillée des suites magmatiques peut fournir un enregistrement extensif de l'évolution des conditions géodynamiques, le zircon ajoute une contrainte temporelle robuste et fondamentale. De plus, il agit comme un proxy supplémentaire pour la composition du magma et son évolution géochimique, en particulier par sa géochimie des éléments traces (Hoskin & Schaltegger, 2003). Nous présentons ici un enregistrement composite de la géochimie du magma, du liquide silicaté et du zircon pour comprendre l'évolution de la géodynamique des Caraïbes orientales à travers le temps. L'île de Saint Martin a été choisie comme zone d'étude, car elle abrite une partie importante du volcanisme Eocène et Oligocène, absent du reste de l'arc volcanique. Le volcanisme de l'est des Caraïbes, y compris à Saint-Martin, résulterait de la subduction vers l'ouest de la plaque atlantique sous la plaque caribéenne (Davidson et al., 1993). Saint Martin fait partie de la partie nord, éteinte, de l'arc des Petites Antilles (Allen et al., 2019). Cette branche de l'arc, aussi nommée les Caraïbes Calcaires, était active pendant l'Oligocène, avant que l'arc ne migre vers l'ouest jusqu'à atteindre sa position actuelle (Aitken et al., 2011). Contrairement aux autres îles des Caraïbes calcaires, Saint-Martin présente un ensemble d'unités volcaniques et plutoniques affleurantes. Des études antérieures de Saint Martin rapportent des âges de roche K-Ar allant de 26 à 37 Ma (Briden et al., 1978 ; Nagle et al., 1976) et des âges $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ centrés autour de 26 Ma (Davidson et al., 1993). Des études récentes rapportent des âges de zircon de 30 Ma et des âges de piste de fission d'apatite de 20 Ma (Noury et al., 2021).

Nos données nouvellement acquises complètent et étendent considérablement cet ensemble de données. En utilisant la spectrométrie de masse à plasma inductif par ablation laser, nous avons daté et analysé les éléments traces dans les zircons de 6 échantillons clés et obtenu des âges allant de 52 à 23,2 Ma, nous permettant d'étudier une fenêtre d'âge de 30 Ma d'évolution magmatique, sans précédent. Les tendances globales de diminution de la concentration des éléments traces enregistrée par les zircons de Saint Martin suggèrent une augmentation de la fusion partielle du manteau avec un pic vers 23 Ma. En utilisant des

proxies d'éléments traces tels que U/Yb, Ce/Yb, Eu/Eu*, Dy/Yb et Dy/Dy* (comme dans Davidson et al., 2013), nos données suggèrent que Saint Martin a subi un court événement compressif pendant l'Éocène supérieur, à environ 36 Ma, suivi d'un régime extensif pendant l'Oligocène. Les échantillons de l'Oligocène supérieur que nous avons analysés présentent des signatures en éléments traces de contamination crustale et/ou sédimentaire (proxy U/Yb). Nos résultats n'excluent ni ne confirment les théories existantes sur la migration de l'arc oligocène-miocène. Cependant, cette étude ajoute des contraintes temporelles absolues à l'évolution des Caraïbes calcaires, ainsi que des nouvelles données géochimiques.

Mots-clés : Géochronologie des Zircons, Géochimie magmatique, Processus Tectonique, Zone de Subduction, Petites Antilles, model numérique

ABSTRACT

Volcanism and magmatism can provide insights on evolving geodynamic processes such as the onset and migration of subduction (Arculus et al., 2019). The chemical variability of magma indeed depends on the processes involved in its production, which differ from one tectonic setting to another (Davidson et al., 2013). Magma generation, and eventually its fractionation, is modulated by several parameters including pressure (Turner & Langmuir, 2015), water content (Turner & Langmuir, 2022), temperature (Turner & Langmuir, 2022) and oxygen fugacity (Turner & Langmuir, 2022). Whilst the detailed study of magma suites may provide an erudite record of changing geodynamic conditions, the mineral zircon adds a robust, and fundamental, temporal constraint. Further, it acts as an additional proxy for magma composition and geochemical evolution, in particular through its trace element geochemistry (Hoskin & Schaltegger, 2003). Here we present a composite record of magma, melt and zircon geochemistry to understand the evolution of the Eastern Caribbean geodynamics through time. The island of Saint Martin is selected as our study area as it hosts a significant portion of Eocene and Oligocene volcanism missing from the rest of the volcanic arc. The volcanism of the eastern Caribbean, including on Saint Martin, is considered to result from the westward subduction of the Atlantic plate beneath the Caribbean plate (Davidson et al., 1993). Saint Martin is a part of the extinct northern part of the Lesser Antilles arc (Allen et al., 2019). This branch of the arc, named

the Limestone Caribbees, was active during the Oligocene, before the arc migrated westwards to its current position (Aitken et al., 2011). Contrary to the other islands in the Limestone Caribbees, Saint Martin features a range of outcropping volcanic and plutonic units. Previous studies from Saint Martin report K-Ar rock ages ranging from 26 to 37 Ma (Briden et al., 1978; Nagle et al., 1976) and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages centring around 26 Ma (Davidson et al., 1993). Recent studies report zircon ages of ~30 Ma and apatite fission track ages of ~20 Ma (Noury et al., 2021). Our newly acquired data complement and significantly extend this dataset. Using Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, we have dated and analysed trace elements in zircons from 6 key samples and obtained ages from ~52 to 23.2 Ma, giving us an unprecedented 30 Ma of magmatic evolution. The global trace elements decreasing concentration trends recorded by Saint Martin zircons suggests increased partial melting in the mantle peaking at around 23 Ma. Using trace element proxies such as U/Yb, Ce/Yb, Eu/Eu*, Dy/Yb and Dy/Dy* (as in Davidson et al., 2013), our data suggests that Saint Martin went through a short compressive event during Upper Eocene, at around 36 Ma, followed by an extensive regime during the Oligocene. The Late Oligocene samples we analysed show trace elements signatures of crustal and/or sediment contamination (U/Yb proxy). Our results do not rule out nor confirm the existing theories on the Oligocene-Miocene arc migration. However, this study adds absolute time constraints to the Limestone Caribbees evolution, as well as new geochemical data.

Keywords: Zircon geochronology, Magma geochemistry, Tectonic Processes, Subduction zone, Lesser Antilles, Numerical modelling