

THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 596

Matière, Molécules, Matériaux et Géosciences

Spécialité : Sciences de la Terre et des Planètes

Par

Justine VILLETTE

Formation et durée de vie des paléolacs de Mars : étude du cratère Jezero

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 11 mars 2026

Unité de recherche : Laboratoire de Planétologie et Géosciences, UMR 6112

Rapporteurs avant soutenance :

Pascal ALLEMAND
Sylvain BOULEY

Professeur des Universités, Université Claude Bernard Lyon 1
Professeur des Universités, Université Paris Saclay

Composition du Jury :

Examineurs : Cathy QUANTIN NATAF
Sabrina CARPY

Professeure des Universités, Université Lyon 1
Maitresse de Conférence, Nantes Université

Dir. de thèse : Nicolas MANGOLD
Co-dir. de thèse : Laetitia LE DEIT

Directeur de recherche au CNRS, Nantes Université
Maitresse de Conférence, Nantes Université

Invité(s)

Susan CONWAY
Eric GAUME

Directrice de recherche au CNRS, Nantes Université
Ingénieur Général des Ponts, des eaux et des forêts, Université
Gustave Eiffel

Edwin KITE

Associate Professor, The University of Chicago

Titre : Formation et durée de vie des paléolacs de Mars : étude du cratère Jezero.

Mots clés : Cratère Jezero, paléolacs, hydrologie, morphologie, dépôt deltaïque, échelle de temps.

Résumé : Sur Mars, les observations orbitales et *in situ* ont révélé une activité aqueuse passée à sa surface, notamment grâce à l'identification de lacs aujourd'hui asséchés. Parmi eux, le cratère Jezero constitue une cible d'étude privilégiée, en particulier grâce à son exploration actuelle par le rover Perseverance. L'objectif de cette thèse est de comprendre l'évolution de Jezero et de contraindre les échelles de temps associées à son activité hydrologique passée. Pour cela, nous combinons des observations morphologique, stratigraphique et sédimentaire du lac avec des travaux de modélisation numérique.

Premièrement, l'étude de Pliva Vallis, exutoire du lac de Jezero, nous a permis de caractériser le lac de Jezero comme un système fermé, temporairement ouvert lors d'au moins quatre épisodes de débordement, chacun d'une durée estimée de quelques jours à quelques semaines.

Deuxièmement, la mise en place d'un modèle numérique, couplant climat et hydrologie, nous a permis de simuler la formation du delta occidental de Jezero au cours de la régression du niveau d'eau. Ces travaux ont mis en évidence une large gamme de scénarios, combinant conditions climatiques et origine de l'eau alimentant Neretva Vallis, capables de reproduire la formation du delta sur des durées comprises entre 2000 et 9000 ans.

Ces travaux nous ont ainsi permis de proposer un scénario d'évolution du lac en deux étapes majeures : (i) un remplissage initial rapide du lac en système fermé, suivi d'au moins quatre épisodes rapides et ponctuels de débordement du lac à l'origine de la formation de Pliva Vallis, (ii) la formation du delta lors de la phase de régression du niveau du lac en quelques milliers d'années.

Title: Formation and lifespan of Martian paleolakes: a study of Jezero crater.

Keywords: Jezero crater, paleolakes, hydrology, morphology, deltaic deposit, timescale.

Abstract: On Mars, orbital and *in situ* observations have revealed past surface water activity, notably through the identification of lakes that are now dry. Among these lakes, Jezero crater is a prime target for study, particularly thanks to its ongoing exploration by the Perseverance rover. The aim of this thesis is to understand the evolution of Jezero and to constrain the timescale associated with its past hydrological activity. To do this, we combine morphological, stratigraphic and sedimentary observations of the lake with numerical modeling work.

First, the study of Pliva Vallis, the outlet of the lake, allowed us to characterize the Jezero lake as a closed system, temporarily opened during at least four overflow events, each lasting from a few days to a few weeks.

Secondly, the development of a numerical model, combining climate and hydrology, enabled us to simulate the formation of the western delta of Jezero during the lake regression. This work revealed a wide range of scenarios, combining climatic conditions and the source of water feeding Neretva Vallis, able to reproduce the delta formation over timescales of 2,000 to 9,000 years.

Then, this work allowed us to propose a two-phase evolution scenario for the lake : (i) a quick infilling in a closed system, followed by at least four episodic events of lake overflow, which led to the formation of Pliva Vallis, (ii) the delta formation during the lake level regression over several thousand years.