
Prédictions globales des suintements d'hydrogène naturel par Intelligence Artificielle

Jimmy Daynac* , Vincent Roche¹, Sofyane Hesni¹, Nika Ginzburg², Ugo Geymond^{3,2},
Jean Philippon¹, and Isabelle Moretti⁴

¹Laboratoire de Planétologie et de Géosciences, LPG – UMR 6112 CNRS, Le Mans Université, Avenue Olivier Messiaen, 72085 Le Mans cedex 09, France – Laboratoire de Planétologie et Géosciences [UMR_C6112] – –*France*

²Institut de Physique du Globe de Paris – Université Paris Cité, Institut de physique du globe de Paris, CNRS, F-75005 Paris, France – France

³IFP Energies nouvelles – IFPEN, IFP Energies nouvelles, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison, France. – France

⁴Laboratoire des Fluides Complexes et leurs Réservoirs – Université de Pau et des Pays de l'Adour, Centre National de la Recherche Scientifique, IPRA, Total Energies – France

Résumé

L'hydrogène naturel (H) constitue une ressource énergétique prometteuse, propre et durable. Cependant, son exploration reste difficile en raison d'un manque de connaissances et de l'absence d'outils quantitatifs robustes. Les dépressions sub-circulaires (SCD), souvent associées à des concentrations élevées de H dans les sols et supposées refléter des flux profonds en sous-sol, apparaissent comme des indicateurs de surface clés des émanations d'H. Cependant, les distinguer d'autres formes de relief similaires (cratères, karsts, lacs salés etc.) reste un défi. Dans cette étude, nous combinons des images multispectrales open source, des images à haute résolution et des mesures de terrain d'hydrogène pour entraîner un modèle d'apprentissage profond (YOLOv8) capable de détecter et de classifier les SCD liés à l'hydrogène. Le premier modèle, utilisant des images Google Earth et Sentinel-2, atteint une précision de 90 %. Appliqué à un jeu de données au Brésil, il permet une prospection à grande échelle : 52 % des structures non liées au H sont éliminées, et plusieurs zones à fort potentiel sont identifiées pour une validation terrain. Le second modèle, basé uniquement sur des images Google Earth, atteint une précision moyenne de 95 % et détecte des zones d'émanation dans des régions inédites comme le Kazakhstan ou l'Afrique du Sud, démontrant son potentiel d'application mondiale. Des analyses spatiales préliminaires et inédites indiquent par ailleurs que la distribution des SCD liés à l'H est contrôlée par des structures géologiques, pouvant potentiellement émettre plusieurs millions de tonnes de H à l'échelle d'un bassin sédimentaire. Cette approche ouvre la voie à une méthodologie plus rapide, plus ciblée et extensible pour l'exploration mondiale de l'hydrogène naturel.

Mots-Clés: Hydrogène, Intelligence Artificielle, Prospection automatisée, SCD

*Intervenant