

## TECHNOLOGIES NUMERIQUES EMERGENTES POUR LA VALORISATION DU GEOPATRIMOINE ET DE LA GEODIVERSITE.

D. Bonté<sup>1</sup>, A. Bouziat<sup>1</sup>, J. Schmitz<sup>1</sup>, L. Mattioni<sup>1</sup>, V. Teles<sup>1</sup>. and Y. Hamon<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>IFP Energies Nouvelles, 1-4 Av. du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison (damien.bonte@ifpen.fr).

**Summary:** Le géopatrimoine est le principe de conserver certains sites spécifiques qui ont pour particularités d'être une fenêtre pour la connaissance du fonctionnement de notre planète. Dans ce cadre l'IFPEN en partenariat avec l'UNESCO ambitionne de mettre en avant des méthodologies digitales innovantes afin de faciliter la promotion du géopatrimoine. Nous présentons ici deux exemples. Un premier exemple concerne la réalité virtuelle qui permet de mettre en place des 'field trip' virtuels d'objets géologiques (e.g. des affleurements). Le second exemple concerne l'intelligence artificielle utilisée pour de la reconnaissance d'image et permet au travers de l'application Rock-Net<sup>TM</sup> de déterminer le type de roche à partir d'une photo sur un smartphone. L'ensemble de ces techniques ainsi que d'autres en cours d'investigation permettent d'aider à la diffusion vers le grand public de connaissances scientifiques et d'attirer leur intérêt sur les sciences de la terre.

**Abstract:** Geoheritage is the principle that aims at protecting sites that are of special importance for the understanding of our planet. IFPEN, in collaboration with UNESCO, is aiming at bringing digital knowledge into geoheritage with two main flagship examples. These examples are based on virtual reality technology that aims at providing virtual fieldtrips and Artificial Intelligence that through a smartphone application provides rock recognition.

**Introduction:** Apparues dans les années 1990, les notions de géopatrimoine et de géodiversité reçoivent une attention grandissante de la part des communautés académiques, des organisations internationales et des pouvoirs publics. Le concept de géopatrimoine inclut notamment l'idée que certains sites géologiques sont de précieuses fenêtres ouvertes sur les événements naturels passés et sur le fonctionnement de la planète, et qu'ils nécessitent à ce titre des actions de protection et de valorisation similaires à celles mises en œuvre pour le patrimoine historique. Le concept de géodiversité se fonde quant à lui sur un parallèle entre la variété des objets géologiques et celle des êtres vivants, proposant ainsi des actions de recensement et de conservation comparables à celles utilisées pour la biodiversité. C'est dans ce contexte qu'IFPEN a signé en 2020 un accord de partenariat avec l'UNESCO, dont l'un des objectifs est le partage d'outils numériques facilitant la promotion du géopatrimoine et de la géodiversité auprès du grand public [1]. Ces outils sont construits en synergie avec des actions de R&D réalisées pour l'industrie, en revisitant les technologies sous-jacentes dans une approche tournée vers la société.

ment le partage « tout public » des connaissances liées au géopatrimoine, et permettent de découvrir des sites même sans s'y déplacer. L'accessibilité croissante des technologies immersives a été mise à profit par des chercheurs d'IFPEN en 2020, dans le cadre d'une collaboration avec une PME. Il en a résulté un démonstrateur intégrant un modèle DOM dans un environnement virtuel immersif, consacré à la formation des grès d'Annot, un site de référence pour la compréhension des systèmes sédimentaires sous-marins profonds (figure 1). Ainsi, un utilisateur non-expert peut découvrir de manière interactive l'interprétation géologique de l'affleurement et accéder à un contenu pédagogique (textes, photos, vidéos) directement intégré dans la visualisation du site naturel. En plus de la visualisation de l'affleurement selon différents points de vue et niveaux de zoom, l'utilisateur peut interagir avec des données géologiques et du contenu pédagogique complémentaires (interprétations stratigraphiques, logs sédimentaires, photos d'échantillons, textes et vidéos, etc.). Plus d'images de la technologie sont disponibles dans [ce clip vidéo](#).

**Réalité virtuelle:** L'utilisation de la réalité virtuelle pour proposer des visites d'affleurements géologiques. Ce travail s'appuie sur la méthodologie DOM (Digital Outcrop Models) : à partir d'un ensemble de photos acquises suivant les principes de la photogrammétrie, il est possible de produire une représentation géométrique virtuelle en 3D d'un affleurement, avec sa texture et ses couleurs originales. Initialement développés pour les besoins de l'industrie pétrolière [2] et de plus en plus utilisés pour l'enseignement des « Sciences de la Terre », les DOM favorisent égale-



Figure 1: Aperçu de l'intégration de l'affleurement des grès d'Annot dans un environnement virtuel et immersif

**Intelligence artificielle:** l'intelligence artificielle peut être utilisée pour sensibiliser le grand public à la géodiversité. Par exemple, des chercheurs d'IFPEN ont entraîné un modèle d'apprentissage profond à reconnaître différents types de roches à partir de photos d'échantillons. Ce modèle a ensuite été intégré dans une application mobile permettant à un utilisateur non-expert, à partir de photographies de roches qui l'entourent, d'obtenir des informations sur leur nature, leurs caractéristiques et leurs différents usages (figure 2). Actuellement au stade du prototype, cette application nommée RockNet™ vise à promouvoir une dé-

#### References:

[1] Communiqué « IFP Energies nouvelles et l'UNESCO s'associent dans le domaine des géosciences pour une gestion durable des ressources dans le cadre de la transition énergétique », 6 octobre 2020.

marche de type « sciences participatives ». Les photos prises par tous les utilisateurs viennent en effet enrichir un atlas commun et une base de données permettant d'améliorer progressivement la précision et la qualité des résultats fournis [3]. A partir d'une photo prise par l'utilisateur avec son

smartphone, le modèle d'intelligence artificielle propose une identification du type de roche correspondant et fournit un premier niveau d'informations grand public. Plus de détails sur [www.rocknet.fr](http://www.rocknet.fr).

**Conclusion:** Ces deux exemples sur la réalité virtuelle et l'intelligence artificielle illustrent l'apport possible du numérique pour promouvoir les connaissances géologiques auprès du grand public [4], un enjeu important pour rendre les citoyens de plus en plus acteurs des débats sur la protection de l'environnement, l'exploitation raisonnée des ressources souterraines et l'évolution de la planète.

[2] Deschamps R., Joseph P., Lerat O., Schmitz J., Doligez B. et Jardin A. (2015). AAPG Search and Discovery, Art. no 41696. [http://www.searchanddiscovery.com/documents/2015/41696deschamps/ndx\\_deschamps.pdf](http://www.searchanddiscovery.com/documents/2015/41696deschamps/ndx_deschamps.pdf).

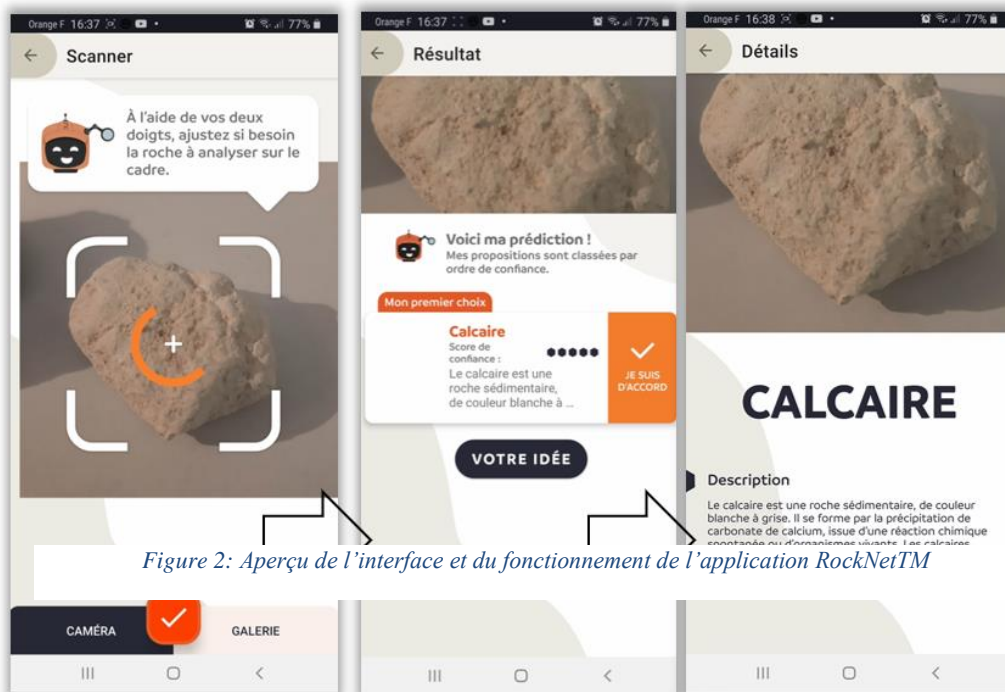


Figure 2: Aperçu de l'interface et du fonctionnement de l'application RockNet™

[3] Bouziat A., Desroziers S., Feraille M., Lecomte J.-C., Cornet C., Cokelaer F. et Divies R. (2021). EGU General Assembly 2021, online, 19–30 avril 2021, EGU21-13068. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-13068>.

[4] Bouziat A., Schmitz J., Deschamps R. et Labat K. (2020). European Geologist, 50. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4311379>.