Dans les coulisses de la recherche (3/6)

Ils tirent sur des cailloux au las

Cet été, nous vous proposons de découvrir les coulisses de la recherche scientifique en Côte-d'Or. Cette série vous dévoilera des disciplines et le travail de chercheurs peu connus du grand public. Pour ce troisième épisode, rendez-vous à la faculté des sciences Mirande, dans le laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB), et plus précisément avec l'équipe Safir, qui utilise des lasers dans des applications géologiques et biologiques.

Des fils, des circuits imprimés, des prototypes et… des lasers. Bienvenue dans le laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB), situé dans le bâtiment Mirande de l'Université de Bourgogne.

Ici, Olivier Musset, physicien et membre de l'équipe (Safir Solitons, lasers, Fibres et photonique infrarouge), travaille depuis quelques années déjà sur l'élaboration de machines mettant en pratique la technologie des lasers pour l'analyse de roches.

Issu d'un partenariat avec le laboratoire Biogéosciences et le Muséum d'histoire naturelle de Paris, la technique est aujourd'hui brevetée et permet aux géologues de gagner du temps dans leurs analyses.

« Nous utilisons un laser pour tirer sur un minéral de la famille des carbonates (les plus courants sur terre) de manière localisée, explique Olivier. Absorbé par la matière solide, le laser va la transformer en gaz et en chaux (c'est une calcination comme les Romains le faisaient déjà dans des fours à bois, ndlr). Cela va donner du CO_2 (dioxyde de carbone) qui sera emprisonné dans un tube à échantillons, puis envoyé dans le département de géologie pour qu'ils l'analysent avec la technique de spectrométrie de masse ou infrarouge. »

> **« Le laser transforme la roche en gaz et en chaux. Cela donne du CO_2 qui sera emprisonné dans un tube à échantillons, puis envoyé dans le département de géologie pour analyse. »**
>
> **Olivier Musset, physicien**

Grâce à cela, il sera possible de caractériser les isotopes* du carbone et de l'oxygène présents dans la pierre. Cette information, couplée à d'autres, va permettre aux géologues de « raconter l'histoire de la roche, en retrouvant notamment des conditions climatiques passées, également appelées paléoclimats ».



Bientôt un pistolet laser à apporter sur le terrain

Les premiers essais pour cette méthode « ont commencé il y a cinq ans », relate Olivier. Une version portable du procédé est également en cours de fabrication.

De type « pistolet laser », ce futur outil permettra de réaliser ces mesures directement sur le terrain.

Une petite imprimante sera même reliée au système et pourra, grâce à la géolocalisation, imprimer des étiquettes à coller sur les tubes à échantillons. Un gain de temps pour les scientifiques.

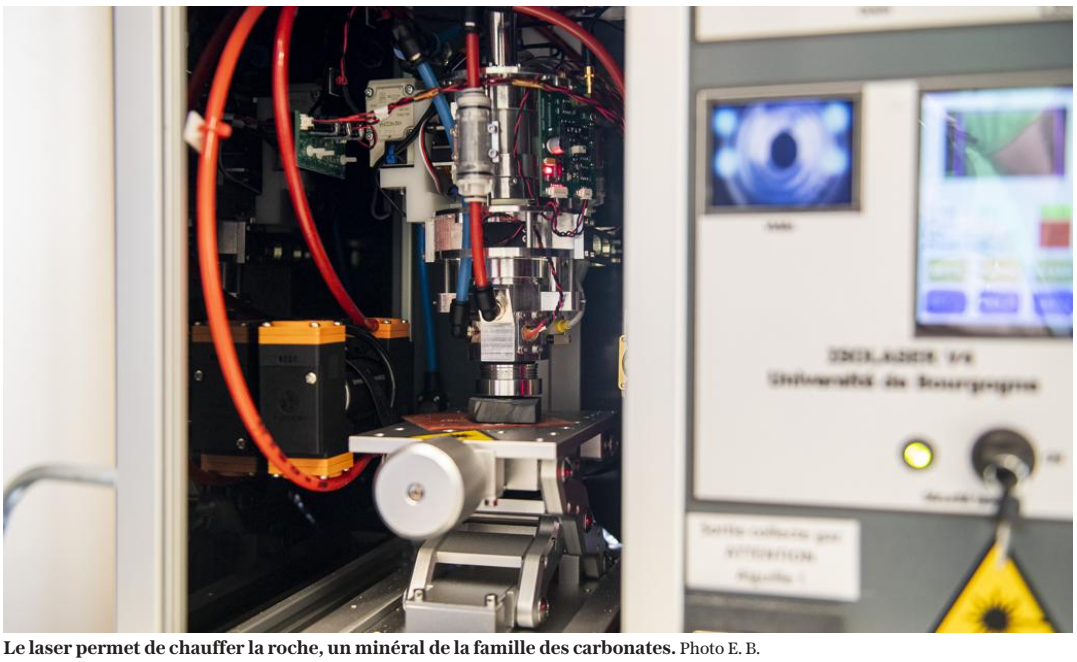
Une fabrication maison au laboratoire

« Tous les montages qui se trouvent dans le laboratoire sont faits maison », explique Olivier.

« Nous avons des ateliers de mécanique au sous-sol qui permettent l'usinage des pièces. Je m'occupe de la partie conception en CAO (conception assistée par ordinateur) en 3D, de l'électronique, de la mécanique (c'est-à-dire l'assemblage, ndlr) et les circuits sont montés et testés ici. Alban, doctorant en première année de thèse, développe les logiciels de gestion et d'analyse et conçoit des algorithmes complexes utilisant notamment l'IA (intelligence artificielle), pour traiter les données obtenues. »

● Dossier réalisé par Emma Buoncristiani

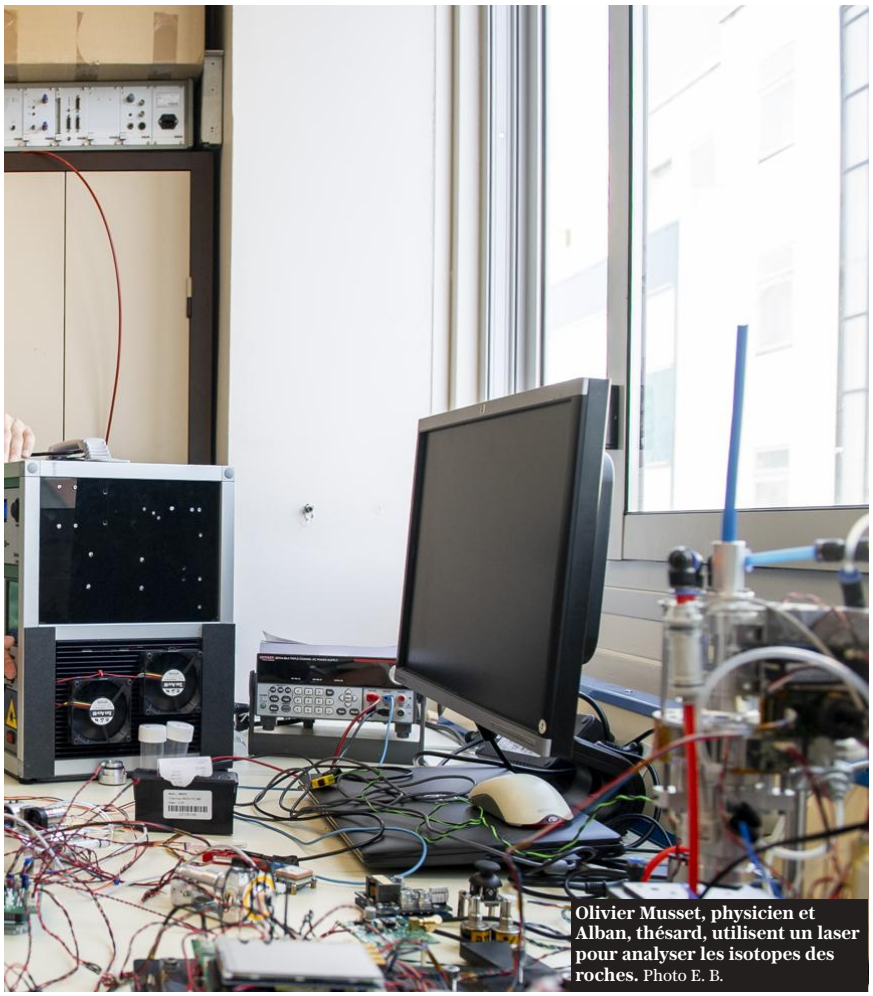
*La datation isotopique permet de déterminer l'âge d'une roche grâce à l'étude analytique d'un certain type d'atomes emprisonnés dans le sédiment.



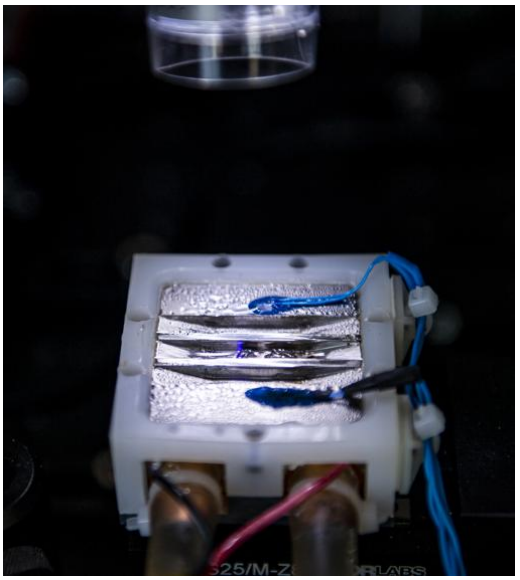
Le laser permet de chauffer la roche, un minéral de la famille des carbonates. Photo E. B.

CDOO2 - VI

ser pour retracer leur histoire



Olivier Musset, physicien et Alban, thésard, utilisent un laser pour analyser les isotopes des roches. Photo E. B.



Les crustacés infectés par un parasite intestinal sont anesthésiés et le laser opère alors pour les éliminer. Photo E. B.

« Le gammare, dont le parasite a été tué par le laser, garde le comportement induit par ce dernier. [...] Il va avoir tendance à se cacher sous les cailloux, à fuir la lumière et à rester au fond de l'eau, ce qui diminue les risques de prédation. »

Marie-Jeanne Perrot-Minnot, chercheuse

Biologie : les lasers pour exterminer des parasites

Des systèmes lasers ont également été développés pour servir le domaine de la biologie. Marie-Jeanne Perrot-Minnot travaille sur les gammares, des petits crustacés d'environ 1 cm de long vivant dans nos rivières, bien connus des pêcheurs. Ils font partie du « cycle de reproduction d'un parasite intestinal de poissons ou d'oiseaux d'eau (un ver de quelques millimètres) qui, selon son stade de développement, loge dans différentes hottes ». Si nous prenons l'exemple du poisson : les œufs du ver sont « évacués par ses voies naturelles » et partent dans l'eau. Les gammares consomment accidentellement les œufs avec les feuilles en décomposition et le parasite va s'y développer jusqu'à ce qu'il soit consommé à son tour par un canard ou un poisson. La boucle est bouclée.

« Suivant les phases, le parasite va induire des modifications de comportement sur le gammare qui semblent maximiser les chances de boucler son cycle de vie », explique Marie-Jeanne. « Dans la phase de développement du parasite, le gammare infecté va avoir tendance à se cacher sous les cailloux, à fuir la lumière et à rester au fond de l'eau, ce qui diminue les risques de prédation. À l'inverse, une fois arrivé à maturité, le parasite augmente certains comportements « à risque » chez le gammare et ainsi, sa propre transmission au poisson ou au canard (selon l'espèce de parasite). Est-ce que ce comportement modifié est définitif ou s'il s'agit d'un contrôle en temps réel ? Pour le savoir, il faut « neutraliser » le parasite dans son hôte. Mais celui-ci étant très petit et très résistant, cette opération est relativement compliquée ».

L'idée est alors venue de l'éliminer grâce à un laser. « On va faire un premier tir sur le gammare anesthésié, pour faire un trou au moins cent fois plus petit qu'une tête d'épingle, et accéder au parasite. » D'autres tirs auront ensuite pour objet de « transmettre un maximum d'énergie dans le parasite pour qu'il ait trop chaud et meurt ». Ces expérimentations ont déjà donné des réponses. « On voit que le gammare, dont le parasite a été tué par le laser, garde le comportement induit par ce dernier. Cela veut dire qu'il y a des modifications non réversibles au niveau neuronal. Et peut-être également sur la descendance. » Cette dernière donnée n'a pas encore été démontrée, mais fait partie des travaux en cours.



Marie-Jeanne Perrot-Minnot travaille sur les gammares et utilise un laser pour éliminer un parasite intestinal situé dans ces petits crustacés. Photo E. B.

CDDIB - V1