



La géochimie, nouvelle arme de la médecine

Découverte. Adieu aux prises de sang ! La géomédecine offre une nouvelle approche des maladies.

PAR BRIGITTE HERNANDEZ

Et si la prochaine révolution médicale venait des cailloux ? Et si les médecins se mettaient à la chimie ? Voilà qui bouleverse le monde de la recherche et met en émoi un grand nombre de scientifiques. Le grand public l'ignore encore : les Etats-Unis, l'Europe,

avec la France en tête, se sont lancés depuis une décennie dans l'exploration d'une nouvelle discipline, la géomédecine. Lors du prestigieux congrès Goldschmidt, à Florence, en août 2013, réunissant près de 5 000 géochimistes, il n'était question que de cela.

Qu'est-ce que la géomédecine ? En quoi peut-elle constituer une avancée aussi extraordinaire pour les patients ? Cette discipline, inventée par les géochimistes – des chercheurs qui explorent les champs des sciences de la Terre –, offre une technologie idéale pour aider à mieux analyser les maladies. Si la première application de la géochimie fut de dater l'âge de la Terre puis les différentes étapes de son

Géo Trouvetou.

Vincent Balter, géochimiste au laboratoire de géologie de l'ENS, à Lyon, devant le spectromètre plasma à couplage inductif. Cet appareil effectue des mesures de séparation d'isotopes de différents métaux présents dans le sang.

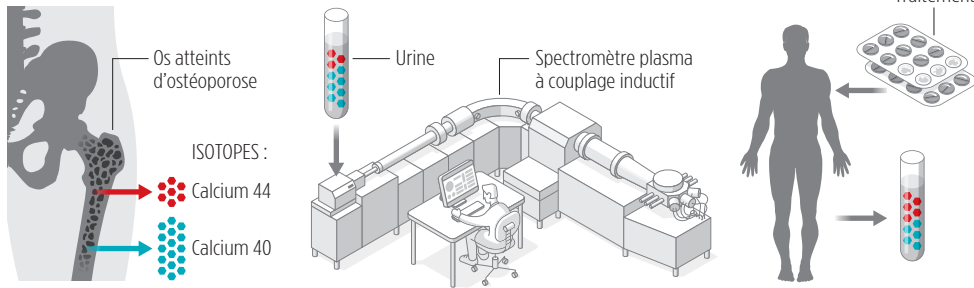
histoire : la formation de la Lune, le début de la tectonique des plaques... aujourd'hui elle permet d'aborder différemment les traitements du cancer, de l'ostéoporose, de l'hémochromatose, la plus fréquente des maladies génétiques en France (une personne sur 300)...

Le laboratoire considéré comme l'un des plus performants dans le domaine est français. C'est celui de Vincent Balter, chercheur au laboratoire de géologie de Lyon, sous la tutelle du CNRS, de l'ENS et de l'université de Lyon-I. Le géochimiste explique au *Point* comment, grâce à l'analyse des isotopes, médecine et géochimie apprennent à travailler ensemble. Pour notre plus grand bien.

STEPHANE AUDRAS/REA POUR LE POINT

Ce que les isotopes nous apprennent...

Exemple pour l'ostéoporose



L'os est constitué de calcium, un métal qui possède 6 isotopes. Atteint d'ostéoporose, l'os rejette dans le sang puis dans l'urine plus de calcium 40 que de calcium 44.

L'urine est analysée par le spectromètre et les isotopes du calcium d'un patient peuvent ainsi être mesurés de façon non invasive.

Ces mesures d'isotopes permettent de suivre avec précision l'évolution de l'ostéoporose et d'ajuster le traitement puis de l'arrêter une fois les os reminéralisés.

Le Point : Qu'est-ce que la « géomédecine » ?

Vincent Balter : Cette science récente a recours à des machines, mises au point il y a une dizaine d'années, qui analysent les isotopes des métaux. Les isotopes sont des atomes de masse différente d'un même élément chimique. La majorité des éléments chimiques se présentent sous forme d'un mélange d'isotopes stables ou radioactifs. Par exemple, le carbone a deux isotopes stables et un radioactif. En géomédecine, nous n'utilisons que les isotopes stables. Et différents laboratoires dans le monde s'en servent à présent pour étudier le corps humain.

Et qu'est-ce que cela change ?

Ils nous indiquent la présence d'un déséquilibre qui n'aurait jamais encore été décelé. Dès qu'un isotope est repéré en excès dans une partie du corps, c'est qu'il est en déficit ailleurs. Autrement dit, quand le lourd est en excès, le léger est en déficit, et vice versa. Par exemple, dans notre laboratoire, nous avons mesuré les isotopes du fer dans le sérum et les globules rouges sur des donneurs sains. Nous avons

découvert qu'entre les deux phases le fer ne garde pas le même rapport « lourd/léger » ! Ce qui est impossible, car les lois de conservation de masse ne peuvent être violées. Nous cherchons la part « manquante ».

Quels avantages la médecine peut-elle tirer de ces travaux ?

L'une des premières découvertes, celle qui a mis le feu aux poudres, a montré que les proportions des isotopes du fer varient selon le sexe : le « lourd » s'accumule dans le sang des femmes, le léger dans celui des hommes. Grâce à cette finesse de résultats, l'analyse ne se fait plus quantitativement, mais qualitativement. Aujourd'hui, si vous dites au médecin « je suis fatiguée », il répond : « vous manquez de fer, vous êtes anémiée », demain il pourra, par l'analyse isotopique, diagnostiquer l'anémie avant que la carence en fer ne soit installée.

A vous écouter, les analyses de sang ne servent plus à rien ?

Elles donnent des informations partielles et donc le diagnostic en est affecté. C'est là le vrai enjeu de l'interdisciplinarité : les géologues tentent de montrer aux médecins que

5

C'est le nombre de laboratoires de géochimie impliqués dans la recherche en géomédecine

- 1- L'université de Gand (Belgique) travaille sur les isotopes du cuivre contre la maladie de Wilson ;
- 2- L'université d'Arizona sur l'ostéoporose et les isotopes du calcium ;
- 3- L'université nationale de Singapour sur l'hémochromatose et les isotopes du fer ;
- 4- Le Collège impérial de Londres sur les accumulations de métaux associées aux maladies neuro-dégénératives avec les isotopes du cuivre et du zinc ;
- 5- Le laboratoire de géologie de Lyon sur le cancer à l'aide des isotopes du cuivre.

leur vision n'est pas complète.

Quels autres métaux auraient déjà apporté des réponses ?

Le cuivre. En 1927, deux futurs Prix Nobel découvrent que les teneurs en cuivre augmentent quand le corps est atteint de tuberculose ou de cancer. Dans les années 60, les teneurs en cuivre sont mesurées pour dépister le cancer. Mais aucune recherche n'est poursuivie et on ignore pourquoi le taux de cuivre est si élevé lorsqu'il y a un cancer, comme on ignore de quel type de cancer il est question. Dans les années 2000, on s'aperçoit que le platine utilisé dans la chimiothérapie utilise les mêmes voies d'entrée que le cuivre. Mais, comme il y a trop de cuivre chez un patient cancéreux, le platine a du mal à pénétrer dans la cellule. Et certains traitements n'aboutissent pas. On a mesuré pour la première fois les isotopes du cuivre dans le sang de cancéreux. Notre but est d'identifier l'origine de ce cuivre pathologique pour essayer de l'intercepter avant qu'il entre dans la cellule.

Vos isotopes amélioreraient-ils le traitement de la bipolarité ?

Nous l'espérons, car le lithium tel qu'il est administré provoque d'importants effets secondaires. Mais nous n'en sommes qu'au début. Pour le calcium et le suivi de l'évolution de l'ostéoporose, nous sommes beaucoup plus avancés. L'os est fait de calcium, et l'ostéoporose en libère d'importantes quantités dans le sang. Les analyses isotopiques du calcium montrent l'intensité de la déminéralisation, et cela grâce à une analyse d'urine. La précision de ces prises de mesure est telle qu'on pourra ajuster les dosages et arrêter le traitement lorsque les os auront atteint le bon niveau de minéralisation ■

Une décennie de recherche

2002 Parution dans *Science* d'un article révélant que les femmes et les hommes n'ont pas les mêmes proportions d'isotopes du fer.

2005 Démonstration que les proportions des isotopes du fer dans le sang changent lorsqu'on souffre d'hémochromatose (excès de fer) ; en 2013, il est démontré que ces proportions s'inversent lors d'anémie.

2007 Des expériences d'alitement prolongé montrent que les isotopes du calcium de l'urine « signent » la déminéralisation osseuse, ce qui laisse envisager de nouveaux biomarqueurs de l'ostéoporose.

2010 Mise en lumière de certains mécanismes chimiques qui font varier les proportions des isotopes dans l'organisme. En découlent les premiers résultats sur les isotopes du cuivre chez des patients atteints de cancer.

2013 Premier séminaire international de géomédecine en Italie. En 2014, il sera organisé aux États-Unis par le puissant National Institute of Health.