

SÉRIE

2/4

Dans les coulisses du CNRS

Analyses spectroscopiques : enquête sur l'infiniment petit

REPORTAGE

LE CNRS PROVENCE ET CORSE OUVRE SES LABORATOIRES AU PUBLIC DANS LE CADRE DE LA FÊTE DE LA SCIENCE POUR DES VISITES INSOLITES. LE SPECTROPOLE EST BASÉ SUR LE CAMPUS UNIVERSITAIRE DE SAINT-JÉRÔME. IL EST DÉDIÉ À L'ANALYSE ET AU DOSAGE DE COMPOSÉS CHIMIQUES, POUR DÉTERMINER LA COMPOSITION DE MÉLANGES COMPLEXES OU ENCORE LEUR PURETÉ.

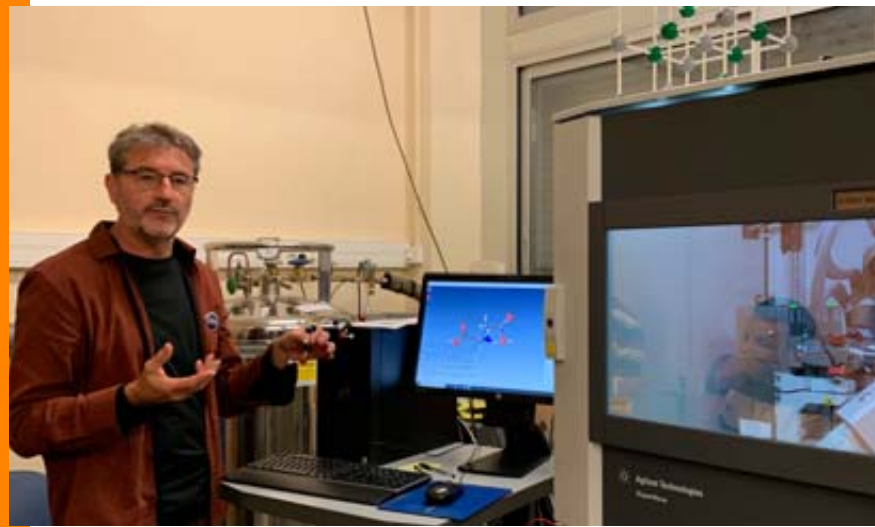
Une chaîne de production d'aspartame. Un homme à terre, le crâne brisé. Une poudre blanche non identifiée. S'agit-il du scénario d'un crime ou de celui d'un accident ? Pour le savoir, les chercheurs du Spectropole proposent d'analyser les molécules qui composent cette mystérieuse poudre.

Mais comment percevoir l'infiniment petit ? Car nos scientifiques doivent ici travailler à l'échelle des molécules, qui sont des assemblages d'atomes. Et la différence entre la taille d'un atome et celle d'une orange est équivalente à celle entre cette orange et la planète Terre. N'espérez donc pas les observer au microscope. Il faudra plutôt avoir recours à la panoplie de techniques d'analyses spectroscopiques qu'offre le centre.

Autrement dit, il faudra analyser les rayonnements électromagnétiques émis ou absorbés par la poudre. « On excite les molécules avec certaines sources et on observe le signal qu'elles nous renvoient », résume Michel Giorgi, ingénieur de recherche d'Aix-Marseille Université (AMU), en poste à la Fédération des sciences chimiques de Marseille (FSCM).

Analyses complémentaires

Grégory Excoffier, ingénieur AMU à la FSCM, est à la manœuvre pour la première étape de l'enquête. C'est l'analyse élémentaire, qui révélera si la poudre est bien organique et donnera sa composition en carbone, hydrogène, azote et soufre. Le scientifique commence par prélever un échantillon de la taille d'une dizaine de grains de sucre. Puis l'injecte dans un tube de réaction avant de le placer dans un four pour le chauffer jusqu'à 1 800°C. Les gaz issus de cette opération passent ensuite dans une colonne de chromatographie, un tube dans lequel ils iront plus ou moins loin en fonction de leur composition. Le



Valérie Monnier, Michel Giorgi et Grégory Excoffier font partie des scientifiques du Spectropole qui ont imaginé une enquête policière pour mettre en avant le potentiel et la complémentarité des techniques d'analyse réalisées dans leurs laboratoires. PHOTOS H.C.

spectre des pics gazeux s'affiche alors sur l'écran. Et grâce à la taille de ces pics et à un étalon, la composition de la molécule est désormais connue : 35,8% de carbone, 10,54% d'azote, 5,38% d'hydrogène et 48,35% d'oxygène.

Mais une deuxième analyse est nécessaire pour confirmer ce résultat, réalisée par Valérie Monnier, spécialiste de la spectrométrie de masse. « Les spectrophotomètres sont l'équi-

valent d'une balance pour les molécules », schématise la scientifique en désignant les gros appareils dont le bourdonnement constant emplie la salle. On peut, grâce à cette technique, déterminer la masse de la molécule, mais aussi sa structure. Verdict : la poudre est composée de $C_4H_7NO_4$, qui correspond à la formule de l'acide aspartique. Logique dans une chaîne de

production d'aspartame. Le mystère serait-il déjà résolu ? Pas tout à fait.

« Personne n'est équipé d'un pacemaker ? », s'enquiert Samuel Cousin, chercheur CNRS à l'Institut de chimie radicalaire, avant de guider l'assemblée vers la salle suivante. Et pour cause : dans les appareils utilisés pour l'analyse par spectroscopie RMN (pour résonance magnétique nucléaire), on atteint « jusqu'à 50 000 fois le champ magnétique terrestre ». De quoi risquer de perturber les piles cardiaques à proximité. Le but de la manœuvre est de mesurer le spin des molécules, c'est-à-dire leur interaction avec les champs magnétiques, en leur envoyant des ondes radio. « Les analyses précédentes nous ont donné la composition de la matière. Mais ici, on arrive à connaître son agencement. Car c'est bien de savoir qu'on a affaire à du carbone par exemple. Mais selon son agencement, cela peut donner un crayon à papier ou du diamant, ce n'est pas tout à fait pareil ! » Mais pour connaître en détail les orientations des atomes au sein de la molécule analysée, la spectroscopie RMN prendrait trop de temps. L'acide aspartique reste le principal suspect pour la mystérieuse poudre blanche.

Pour aller plus loin, il faudra avoir recours à la diffraction des rayons X sur le cristal. On fait d'abord cristalliser la poudre. La méthode est vieille comme l'exploitation des marais salants : Michel Giorgi dissout la matière dans de l'eau qu'il laisse s'évaporer. Au passage les molécules se réorganisent en cristal, c'est-à-dire de façon symétrique. On passe ensuite le cristal aux rayons X, pour observer ses réactions. Et là, bingo ! La technique permet de voir que la molécule n'est pas agencée comme l'acide ascorbique mais comme son image miroir. « Les molécules peuvent exister sous deux formes,

révèle Michel Giorgi. On parle de chiralité. C'est par exemple la même molécule, le limonène, qui donne l'arôme de citron ou l'arôme d'orange, en fonction de sa forme. Ici, notre poudre correspond à de l'acide D-aspartique et non pas à l'acide L-aspartique que l'on aurait dû trouver. »

De quoi permettre aux enquêteurs de dérouler le fil jusqu'au sabotage de la chaîne de production par un militant anti-aspartame. Et conclure à une dispute ayant dégénéré après qu'il a été surpris la main dans le sac. Aucun mystère ne résiste à celui qui sait parler aux spectres.

HUGO CERAULO

Le labo en bref

Le Spectropole est spécialisé dans l'analyse de composés chimiques au moyen de techniques spectroscopiques complémentaires. Géré par la FSCM, il met en commun des appareils de mesure dont le coût est trop élevé pour un seul laboratoire et dépend de la triple tutelle du CNRS, d'Aix-Marseille Université et de Centrale.