



Formation et observation de l'acide carbonique en temps réel

Produit par l'hydratation du dioxyde de carbone, l'acide carbonique est une espèce aqueuse fondamentale. Une équipe de scientifiques de l'Institut Max Born à Berlin, en collaboration avec une équipe de l'Université Ben Gurion du Negev (Beersheva, Israël), a réussi à observer cette molécule en solution pour la première fois en se servant de la spectroscopie ultrarapide. Ceci montre que, contrairement à ce qu'on peut lire dans la plupart des manuels de chimie, l'acide carbonique en solution est une espèce suffisamment stable pour être mesurée. Cette étude a aussi permis de déterminer la constante d'acidité de l'acide carbonique avec plus de précision et montre irréfutablement que cette valeur (3.45) est plus acide que celle de 6.35 obtenue par titration acide du bicarbonate. Ces résultats, qui paraissent dans *Science Express*, seront d'importance dans plusieurs domaines où la chimie aqueuse du dioxyde de carbone joue un rôle clé : on pense notamment au tampon bicarbonate dans le sang des mammifères, l'acidification des océans, ou encore pour les plans de séquestration de carbone dans les couches sédimenteuses.

L'acide carbonique (H_2CO_3) en solution n'est pas une espèce stable puisque, d'une part il se déshydrate pour générer du dioxyde de carbone (CO_2), et d'autre part, il donne volontiers son proton acide à l'eau pour former du bicarbonate. Sa concentration à l'équilibre est donc trop faible pour être détectée de manière conventionnelle. Même à l'état gazeux et solide, l'acide carbonique a dû attendre la fin des années 80 avant qu'on parvienne enfin à son isolation.

À l'aide de laser femtosecondes, les scientifiques ont observé la dynamique de formation de l'acide carbonique par la protonation du bicarbonate. La source de protons provient d'un photoacide qui est une molécule très faiblement acide à l'état fondamental mais qui devient fortement acide à l'état excité. «Les photoacides permettent donc un chronomètre précis de la réaction puisque le proton est généré à l'instant de l'arrivée de l'impulsion lumineuse, » selon le Dr. Erik T.J. Nibbering. Ainsi, une impulsion lumineuse de très courte durée, soit environ 0.0001 nanoseconde est projetée sur une solution contenant du bicarbonate et le photoacide. Ceci génère un proton qui est capturé par le bicarbonate pour former de l'acide carbonique. À l'aide d'une deuxième impulsion lumineuse, les chercheurs peuvent mesurer des vibrations caractéristiques de toutes les espèces en solution. Selon Nibbering : «plus la deuxième impulsion lumineuse est retardée par rapport à la première, plus la réaction acide-base aura eu le temps de progresser ». En mesurant plusieurs délais différents, depuis la formation du proton jusqu'à une nanoseconde, il est possible de suivre pas à pas la dynamique de formation de l'acide. Les chercheurs ont ainsi pu déterminer que l'acide carbonique est formé après 0.006 ns et persiste en solution, sans signe de déshydratation en dioxyde de carbone, au moins jusqu'à une nanoseconde.

Les résultats obtenus par les chercheurs sont d'importance afin de mieux caractériser l'équilibre aqueux du dioxyde de carbone. Une molécule qui est sans cesse plus présente sur terre.

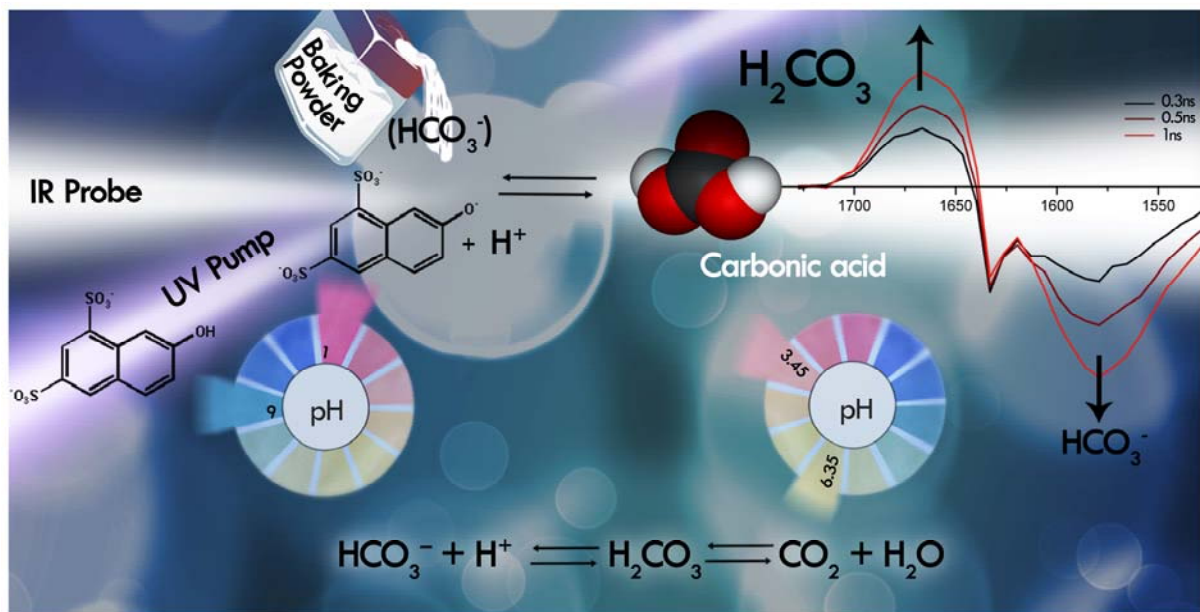


Illustration: Protonation ultrarapide du bicarbonate en solution aqueuse à l'aide d'une molécule de 2-naphthol-6,8-disulfonate avec formation subséquente d'acide carbonique tel que démontré par ses vibrations caractéristiques infrarouge.

Contact: Mirabelle Prémont-Schwarz (tel. 00-49-30-6392-1454; e-mail : premont@mbi-berlin.de)