Comment étudier les molécules organiques des comètes ?

Il y a quatre manières d'étudier les molécules organiques des comètes. La plus ancienne consiste à étudier spectralement, depuis la Terre, l'atmosphère et la queue des comètes. Des molécules organiques simples sont ainsi identifiées depuis plusieurs décennies. La deuxième, chronologiquement parlant, a consisté à ramener sur Terre des poussières d'une comète. Cela a été fait en 2006, et un grain de poussière de la comète Wild 2 a révélé la présence de glycine, le plus simple des acides aminés [1]. La troisième méthode, l'étude *in situ*, était un des buts de la mission *Rosetta* [2] et en particulier du robot *Philae* qui aurait dû se poser sur la comète *Churyumov-Gerasimenko* en novembre 2014. L'atterrissage a « à moitié raté », et Philae n'a pu qu'analyser les plus volatiles des molécules organiques s'échappant du sol, sans avoir pu analyser le sol lui-même. Philae a malgré tout identifié seize molécules carbonées dont certaines sont des précurseurs de la synthèse d'acides aminés. Mais lors de survols rapprochés, en particulier lors du survol du 28 mars 2015 à moins de 15 km de la surface du noyau de la comète, ou lors de l'émission de violentes bouffées de gaz et de poussière en juillet 2015 juste avant le passage au périhélie, le spectromètre de masse *Rosina* de l'orbiteur de *Rosetta* [2] a formellement identifié de la glycine.

Liste des molécules formellement identifiées, ainsi que leurs proportions respectives pour expliquer au mieux les données de l'instrument COSAC de l'atterrisseur Philae, instrument qui combine un chromatographe en phase gazeuse et un spectromètre de masse. Adapté de Goesmann et al. [3]

Nom	Formule	Masse molaire
Eau	H_2O	18
Méthane	CH_4	16
Méthane nitrile (Acide cyanhydrique)	HCN	27
Monoxyde de carbone	CO	28
Méthylamine	CH_3NH_2	31
Ethane nitrile (acétonitrile)	CH_3CN	41
Acide isocyanique	HNCO	43
Ethanal (acétaldéhyde)	CH_3CHO	44
Méthanamide (formamide)	$HCONH_2$	45
Ethylamine	C_2H_3CHO	45
Isocyanométhane (isocyanate de méthyl)	CH_3NCO	57
Propanone (acétone)	CH_3COCH_3	58
Propanal (aldéhyde propanoique)	C_2H_5CHO	58
Ethanamide (acétamide)	CH_3CONH_2	59
2-Hydroxyéthanal (glycolaldéhyde)	CH_2OHCHO	60
1,2-Ethanediol (éthylène glycol)	$CH_2(OH)CH_2(OH)$	62

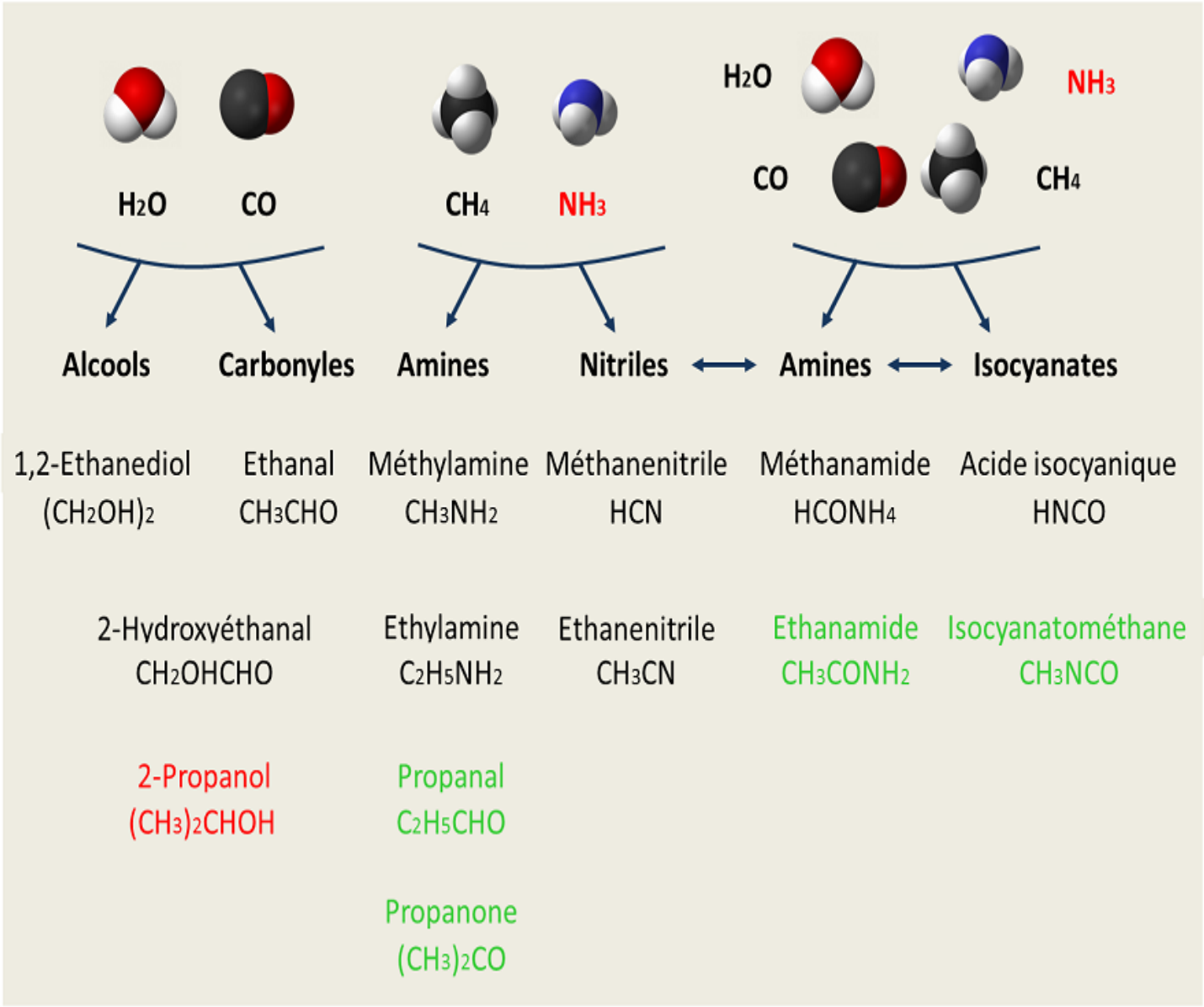

Figure 1. Voies chimiques possibles pour former les molécules trouvées sur la comète Churyumov-Gerasimenko à partir des constituants de base des comètes. Les molécules dont les noms sont en vert ont été identifiées pour la première fois dans une comète. En rouge sont indiquées celles dont l'identification pose encore question. [Source : Image adapté de Goesmann et al.] [3]

La dernière méthode consiste à réaliser une « comète artificielle ». Comment ? Il faut (1) mélanger des glaces d'eau, de méthane, d'oxyde de carbone, de méthanol …, (2) mettre ce mélange dans les conditions de température et de pression de l'espace, et (3) l'irradier d'UV et de particules énergétiques afin de simuler le rayonnement et le vent solaire, les rayons cosmiques. Un résultat publié en avril 2016 est extrêmement intéressant : une équipe internationale, mais majoritairement française, a ainsi synthétisé du ribose et autres sucres voisins [6]. Ce résultat est capital, car si on connaissait dans les météorites quasiment toutes les molécules organiques (ou leurs précurseurs) nécessaires à l'origine de la vie, on n'avait jamais encore trouvé ni ribose ni précurseur du ribose. Or, le ribose semble indispensable à la vie terrestre…

Références et notes

[1] Elsila JE, Glavin DP & Dworkin JP (2009) *Cometary glycine detected in samples returned by Stardust.* Meteoritics & Planetary. Science 44, 1323–133

Enregistrer emporte une suite de onze instruments à bord de l'orbiteur ainsi qu'un atterrisseur, Philae, équipé de dix instruments supplémentaires qui réaliseront des mesures en surface.

[3] Goesmann F *et al.* (2015) *Organic compounds on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko revealed by COSAC mass spectrometry.* Science 349 (6247):aab0689. doi: 10.1126/science.aab0689

[4] Altwegg K *et al.* (2016) Prebiotic chemicals—amino acid and phosphorus—in the coma of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko. Science Advances *27 May 2016: Vol. 2, no. 5, e1600285 DOI: 10.1126/sciadv.1600285*

[5] Rosetta contient des molécules du vivant : lien

[6] Meinert C *et al.* (2016) *Ribose and related sugars from ultraviolet irradiation of interstellar ice analogs.* Science, 8 avril 2016. DOI : 10.1126/science.aad8137

L'Encyclopédie de l'environnement est publiée par l'Université Grenoble Alpes.

Les articles de l'Encyclopédie de l'environnement sont mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.