

La mélamine : Structure, toxicité et fraude

Nicolas Lévy

Professeur agrégé, responsable du site ENS-DGESCO CultureSciences-Chimie, conçu pour assurer une formation scientifique de haut niveau, accessible à tout utilisateur, en particulier aux enseignants.

nicolas.levy@ens.fr, <http://www.chimie.ens.fr>

(Extrait de l'Actualité chimique de la Société Française de Chimie ; mai 2009, n°330, p. 54)

1. Structure

La mélamine ou 1,3,5-triazine-2,4,6-triazine en nomenclature IUPAC, est un composé organique dérivé de l'urée, de formule brute $C_3H_6N_6$ qui possède une teneur élevée en atomes d'azote : 66% en masse. Sa structure fait également apparaître un noyau aromatique – délocalisation de six électrons au niveau du cycle – rendant la molécule plane.

Cette molécule, mise au point dans les années 1930, résiste à la lumière, à la chaleur et au contact et au contact de nombreuses substances chimiques corrosives. On la trouve désormais dans nombre de plastiques, résines, colles, insecticides, engrais et mêmes médicaments.

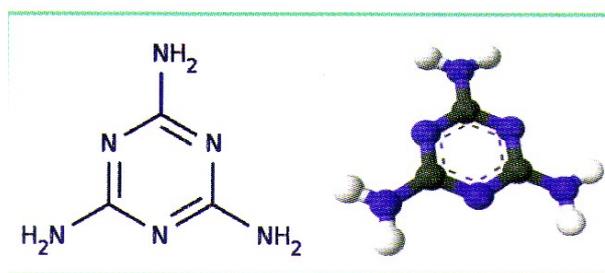


Figure 1 : La mélamine : Structure semi développée et structure 3 D

2. Toxicité

La toxicité létale¹ de la mélamine est faible, proche de celle du sel de cuisine. Néanmoins, elle est importante à la suite d'une exposition chronique. En particulier, en cas d'ingestion répétée, on observe une chute de la fertilité ainsi que de sérieuses complications rénales, notamment la formation de calculs rénaux.

Plusieurs caractéristiques de cette molécule peuvent expliquer sa toxicité de par sa haute réactivité avec les molécules existantes dans le corps humain :

- Sa planéité : une molécule plane pourrait plus facilement s'insérer au sein des membranes cellulaires ou de l'ADN afin de perturber leur fonctionnement ;
- Son cycle aromatique : la grande densité d'électrons – délocalisés – au sein de la mélamine la rend très réactive par rapport aux phénomènes d'oxydoréduction. On peut aussi observer une fixation au niveau des poches des protéines riches en noyau aromatiques ;

¹ La toxicité létale est évaluée par l'indicateur DL50 qui représente la masse de substance nécessaire (= dose létale) pour tuer 50% d'une population animale après ingestion. Elle s'exprime en mg de substance active par kg d'animal. Chez le rat, le DL50 de la mélamine est de l'ordre de 3000 mg/kg.

- Ses fonctions « amine » : les amines interagissent facilement avec les fonctions carbonylés, acides et amides des molécules présentes dans le corps humain à l'état naturel ou non. En particulier, en présence d'acide cyanurique, on observe la formation d'un complexe cristallin très peu soluble dans l'eau (figure 1), responsable des insuffisances rénales - calculs- et urinaires observées. L'acide cyanurique - produit d'hydrolyse de la mélamine – est souvent présent dans la mélamine elle-même, mais est également utilisé dans le traitement de l'eau par exemple ; l'acide cyanurique peut s'accumuler dans le corps, notamment au niveau des reins².

3. Fraude à la mélamine

Lorsqu'un lait n'est pas suffisamment riche en protéines, à la suite par exemple d'une dilution avec l'eau afin d'accroître son volume, l'ajout de mélamine permet de donner l'illusion d'une présence élevée en protéines lors des analyses en laboratoire. En effet, les méthodes analytiques employées mesurent le taux d'azote contenu dans l'échantillon afin de le relier au taux de protéines. On se rend alors compte que l'ajout d'un composé aussi riche en azote – 66% en masse - permet de frauder ces analyses facilement et à moindre coût. De plus, la mélamine utilisée n'est certainement pas pure (car trop chère) et contient donc les résidus d'hydrolyse dont l'acide cyanurique (figure 2). Le scandale du lait frelaté chinois pour bébés, révélé fin 2008, tuant officiellement quatre nourrissons et envoyant des milliers d'autres à l'hôpital, nous a malheureusement montré les dommages provoqués par cette association³.

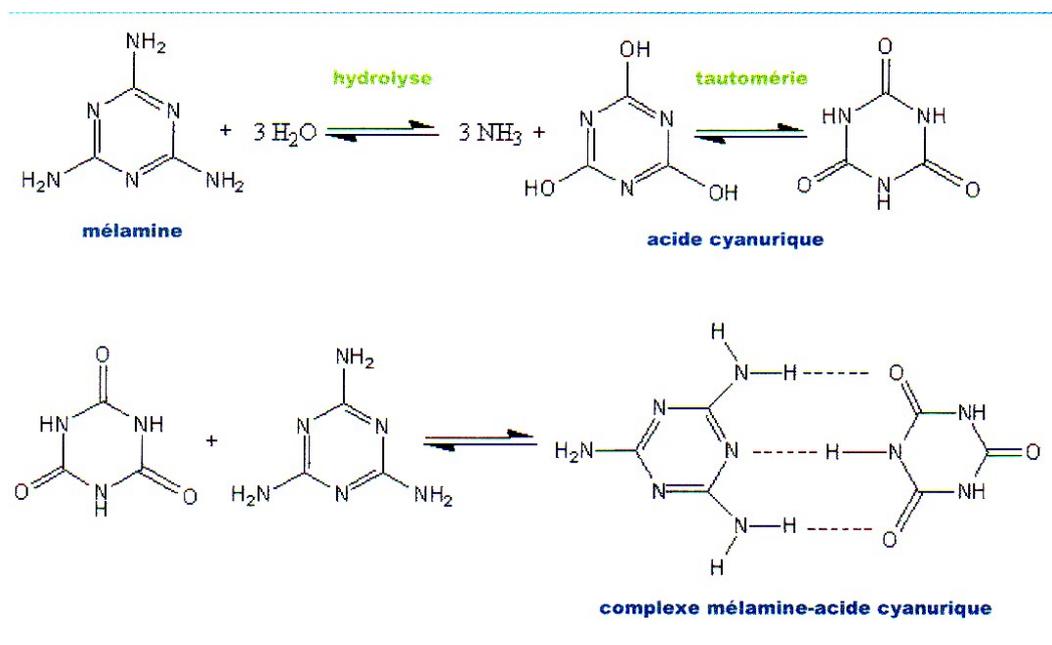


Figure 2 : Hydrolyse de la mélamine en acide cyanurique puis formation du complexe mélamine – acide cyanurique par liaison hydrogène

² Le chlore est parfois utilisé pour purifier de l'eau non potable, mais aussi pour traiter les eaux de piscine. L'acide cyanurique joue alors le rôle de stabilisant du chlore face aux UV afin de réduire leur effet destructeur sur le chlore. Qui n'a jamais bu la tasse ?

³ Voir aussi à ce sujet l'article de Viviane Thrivent sur le site de la Cité des sciences et de l'industrie, www.cite-sciences.fr/français/ala_cite/science-actualites/sitesactu/question-actu.php?langue=fr&id-article=10643