



L'astate (At) est le plus rare des éléments chimiques naturellement présents sur terre. Son nom vient du grec « astatos », qui signifie instable.

Il ne présente que des isotopes radioactifs. Le temps de demi-vie du plus stable est de 8,1 h. Il disparaît donc en quelques jours. Pour être utilisé, ou même étudié, il doit être formé artificiellement par synthèse nucléaire, en cyclotron.

De par sa radioactivité, l'astate est très prometteur pour des applications médicales, par exemple la radiothérapie des cancers, mais son utilisation est actuellement entravée par la méconnaissance de sa chimie.

Afin de concevoir des molécules innovantes, il convient d'abord de connaître la ou les formes élémentaires d'astate présentes dans les milieux réactionnels caractérisés par leur potentiel redox et/ou leur pH. La stabilité des molécules est aussi conditionnée par le type de liaisons chimiques formées avec l'astate.

Le pôle de recherche nantais est pionnier dans l'étude de cette chimie, notamment grâce à l'utilisation couplée d'approches expérimentales de radiochimie et de la modélisation moléculaire.

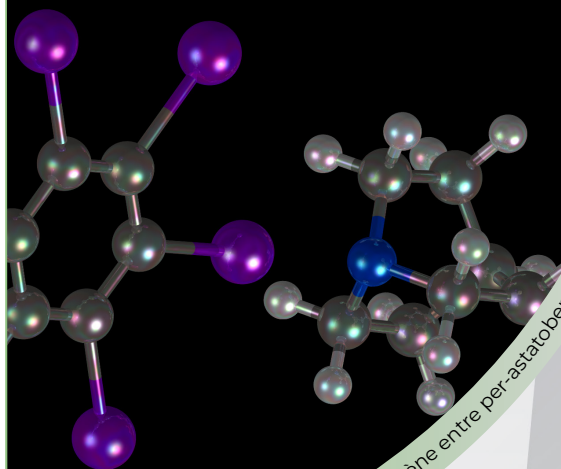
## EXPLORER LA CHIMIE DE L'ASTATE



Sous quelles formes se présente l'astate en milieu aqueux ?

Situé dans la colonne des halogènes, l'astate fait-il partie de la famille des halogènes ?

Est-il avéré que l'astate forme les liaisons halogènes les plus fortes ?



Modélisation d'une liaison halogène entre per-astato benzène (gauche) et une base azotée (droite)

Radiochimie

Halogène

Liaison chimique

Modélisation  
moléculaire

**D<sub>2</sub>**

**Demi-vie :** temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs d'une source se sont désintégrés.

**Liaison halogène :** interaction électrostatique stabilisante entre un atome halogène d'une molécule et un site riche d'électrons d'une (autre) molécule.

**Echelle de force :** représentation graphique, permettant de quantifier l'énergie mise en jeu dans une interaction.

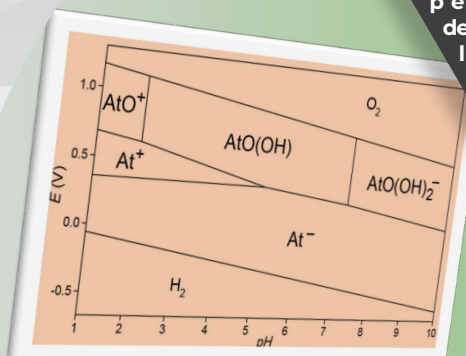


Diagramme de Pourbaix de l'astate montrant les domaines de prédominance (potentiel, pH) des différentes formes de cet élément chimique en solution aqueuse.



« L'astate plus fort que l'iode » communiqué, 19 mars 2018, CNRS



« Lutte contre le cancer : deux labos nantais sur une piste sérieuse » article, 14 mars 2016, Ouest-France



« Le maître de conférences en chimie » vidéo, 2018, Arronax

## Objectifs

Identifier en solution aqueuse des espèces cationiques stables de l'astate, At<sup>+</sup> et AtO<sup>+</sup>, contrastant avec le comportement des autres halogènes qui forment uniquement des anions ou des espèces neutres.

Etablir pour l'astate une échelle de force de liaisons halogènes.

“Les toutes premières liaisons hydrogènes impliquant l'astate ont été révélées en 2018. Cette avancée ainsi que d'autres dans l'étude d'un élément chimique tel que l'astate, résultent de la complémentarité entre études expérimentales et modélisations informatiques.”

Nicolas

**2006**

Développement de techniques indirectes de caractérisation des composés

**2011**

Début de la production d'At-211 par Arronax

**2015**

Achèvement du diagramme de Pourbaix (potentiel-pH)

**2020**

Publication de l'affinité électronique de l'astate

**2009**

Première publication de ces travaux dans une revue scientifique

**2012**

Diffusion de logiciels pour l'analyse de liaisons chimiques

**2016**

Découverte du tri-halogène le plus lourd : IAtBr-