

Jacques B. BOISLÈVE  
 BIOCHIMIE PHYSIOLOGIQUE ET MÉTABOLIQUE  
 Holosys Éditions - 2021  
<https://sante-nutrition.eu/biochimie/>

é

**B - ÉLÉMENTS CHIMIQUES ET COMPOSÉS INORGANIQUES ..... 51**

<b>I ~ LES GAZ ATMOSPHÉRIQUES .....</b>	<b>58</b>
<b>II ~ COMPOSANTS DES STRUCTURES ORGANIQUES .....</b>	<b>60</b>
○ LE CARBONE (C).....	62
○ L'HYDROGÈNE (H).....	64
○ L'OXYGÈNE (O) .....	65
○ L'AZOTE (N) .....	67
○ LE PHOSPHORE (P) .....	70
○ LE SOUFRE (S) .....	73
<b>III ~ PROPRIÉTÉS DE L'EAU .....</b>	<b>78</b>
1. Propriétés générales de l'eau.....	78
2. Eau et information.....	80
3. L'eau et la matière vivante .....	83
4. L'importance de la qualité de l'eau alimentaire.....	84
<b>IV ~ LES « MACROMINÉRAUX » OU MINÉRAUX MAJEURS .....</b>	<b>85</b>
○ LE CALCIUM (Ca).....	86
○ LE MAGNÉSIUM (Mg) .....	89
○ LE SODIUM (Na) .....	91
○ LE POTASSIUM (K) .....	92
○ LE CHLORE (Cl).....	94
○ Récapitulatif des répartitions intra et extracellulaires.....	97
<b>V ~ LES « MICROMINÉRAUX » OU OLIGOÉLÉMENTS .....</b>	<b>98</b>
○ LE BORE (B) .....	99
○ LE BROME (Br).....	100
○ LE CHROME (Cr).....	101
○ LE COBALT (Co).....	102
○ LE CUIVRE (Cu).....	104
○ L'ÉTAIN (Sn).....	106
○ LE FER (Fe) .....	107
○ LE FLUOR (F) .....	110
○ LE GERMANIUM (Ge) .....	111
○ L'INDIUM (In).....	112
○ L'IODE (I).....	113
○ LE LITHIUM (Li) .....	115
○ LE MANGANÈSE (Mn) .....	116
○ LE MOLYBDÈNE (Mo).....	118
○ LE NICKEL (Ni) .....	119
○ LE SÉLÉNIUM (Se) .....	120
○ LE SILICIUM (Si) .....	122
○ LE VANADIUM (V).....	124
○ LE ZINC (Zn) .....	125
<b>VI ~ LES MÉTAUX TOXIQUES .....</b>	<b>127</b>
○ L'ALUMINIUM (Al).....	128
○ L'ANTIMOINE (Sb) .....	131
○ L'ARGENT (Ag) .....	132
○ L'ARSENIC (As).....	134
○ LE BÉRYLLIUM (Be) .....	135
○ LE BISMUTH (Bi) .....	137
○ LE CADMIUM (Cd) .....	138
○ LE MERCURE (Hg) .....	140
○ L'OR (Au) .....	144
○ LE PLOMB (Pb).....	146
○ LE THALLIUM (Tl) .....	149
○ AUTRES MÉTAUX.....	151

## ○ LE BROME (Br)

Le brome est un élément plutôt rare au niveau de la croûte terrestre (Clarke : 2-3). On le trouve sous forme d'ions bromures associés à différents métaux. Entraîné par lessivage, il circule dans les cours d'eau et s'accumule dans les océans, où sa présence, notable, est 20 fois moins abondante que celle du chlore. Sa concentration est plus élevée dans les eaux de la Mer Morte, qui est une source importante. Il est exploité pour le traitement des eaux (piscines) et par l'industrie chimique, notamment pour la synthèse de produits phytosanitaires et de retardateurs de flamme. Certains dérivés bromés contribuent à la dégradation de la couche d'ozone, en particulier le bromo-chloro-méthane.

**4<sup>ème</sup> période & groupe 17 :**

- Électrons 7/8 sur la couche de valence.
- Halogène
- N° atom. : 35 ~ Masse : 80
- Électronégativité : 2,96

Autres éléments du groupe 17 : fluor (F), chlore (Cl), iode (I)

Le diagramme illustre la position du brome (Br) dans le tableau périodique. Le titre 'Brome (Br)' est placé au-dessus du tableau. Les périodes sont numérotées de 1 à 7 sur le côté gauche, et les groupes de 1 à 18 sur le côté droit. Le brome est situé à l'intersection de la 4<sup>ème</sup> période et du groupe 17. À droite, un zoom du groupe 17 montre les éléments Fluor (F), Chlore (Cl), Brome (Br) et Iode (I) alignés verticalement. Les éléments Sélénium (Se) et Krypton (Kr) sont situés respectivement à gauche et à droite de Br. Des flèches indiquent la position de Br dans le tableau principal.

*Point commun des halogènes (groupe 17) : une forte stabilisation par apport d'un seul électron.*

*Ils peuvent s'associer en molécule diatomique et s'ioniser facilement en anion monovalent.*

*Leur pouvoir oxydant, lié à leur électronégativité, diminue avec la taille de l'atome :  $F > Cl > Br > I$ .*

### ■ Aspects chimiques

Les ions bromures, la forme habituelle du brome, se comportent globalement comme les chlorures. Ce sont des anions monovalents. Les atomes sont également monovalents quand ils se combinent à d'autres par des liaisons covalentes, dans des structures moléculaires.

### ■ Principaux composés

- Les bromures forment des sels avec différents métaux : potassium, magnésium, etc.
- Du bromométhane ( $\text{BrCH}_3$ ), molécule organique simple incluant le brome, se forme en quantité modérée dans les organismes marins. Des dérivés organobromés plus complexes, généralement toxiques, sont produits par l'industrie chimique pour divers usages.
- Le brome, comme le chlore, peut être oxydé en hypobromite ( $\text{BrO}^-$ ), bromite ( $\text{BrO}_2^-$ ), bromate ( $\text{BrO}_3^-$ ) ou perbromate ( $\text{BrO}_4^-$ ), qui sont des anions très oxydants.

### ■ Métabolisme

Le brome gazeux pénètre par voie pulmonaire. Les bromures sont bien assimilés digestivement et se répartissent dans l'organisme, franchissant facilement la barrière hémato-encéphalique. Leur élimination urinaire est lente, elle se fait en compétition avec les chlorures.

### ■ Propriétés biologiques

Les bromures entrent en compétition avec les chlorures, ce qui peut moduler certaines fonctions de ces derniers, notamment les polarisations de membranes.

Au niveau du système nerveux central, la modification de la libération de certains médiateurs favorise un effet anticonvulsivant et globalement apaisant.

Les bromures pourraient intervenir dans la synthèse d'une forme de collagène.

### ■ Toxicité

Les ions bromures sont peu toxiques. Une accumulation de brome dans l'organisme peut se manifester par des signes cutanés (œdèmes, acné et jaunissement des phanères), oculaires (kératite, conjonctivite) et neurocomportementaux, connus sous le nom de « bromisme ».

Les dérivés organobromés sont plus ou moins toxiques. Ceux qui sont utilisés comme retardateurs de flamme sont des perturbateurs endocriniens.

## ○ L'IODE (I)

C'est un élément rare (clarke : 0,5), présent dans quelques gisements sous forme d'iodates ou d'iodures de sodium. Il est présent dans l'environnement des mers et des océans, mais en faible quantité dans l'eau de mer, sous forme ionique. Il se concentre dans les algues et s'évapore facilement, imprégnant l'air marin. Sur terre, il est encore moins abondant, métabolisé dans le sol par certaines bactéries.

Le di-iodure ( $I_2$ ) se présente sous la forme d'un solide gris-noir, avec des éclats violets métalliques. Il forme des sels avec divers cations : iodure de potassium (KI), iodure d'ammonium ( $NH_4I$ ), etc., et des iodates, qui sont moins réactifs que les autres formes oxygénées d'halogènes.

L'iode et ses dérivés sont utilisés comme compléments alimentaires, antiseptiques (bétadine), ainsi que pour les lampes halogènes et les produits de contraste utilisés en imagerie médicale.

**5<sup>ème</sup> période & groupe 17 :**

- Électrons 7/8 sur la couche de valence.
- Halogène
- N° atom : 53 ~ Masse : 127
- Électronégativité : 2,66

Autres éléments du groupe 17 : fluor (F), chlore (Cl), brome (Br)

**Iode (I)**

*Le point commun des halogènes (groupe 17) est leur forte stabilisation par apport d'un seul électron.*

*Ils peuvent s'associer en molécule diatomique et s'ioniser facilement en anion monovalent.*

*Leur pouvoir oxydant, lié à leur électronégativité, diminue avec la taille de l'atome :  $F > Cl > Br > I$ .*

### ■ Aspects physico-chimiques et exemple de dérivés

Comme tous les halogènes, l'iode se stabilise en gagnant un électron : soit en formant l'anion  $I^-$  (iodure), soit en s'engageant dans une liaison covalente, avec une seule valence.

Il forme des sels avec divers cations : iodure de potassium (KI), iodure d'ammonium ( $NH_4I$ )..., un oxyanion iodate avec l'oxygène ( $IO_3^-$ ), et des composés organiques avec une liaison covalente C-I.

■ **Cycle naturel :** le principal réservoir naturel est constitué par les ions présents dans les océans, qui s'oxydent en iode élémentaire ( $I_2$ ) sous l'action des rayonnements UV. En réagissant avec l'oxygène, il apparaît une forme radicalaire IO, qui constitue un pool atmosphérique d'iode réactif. Il peut ensuite se former des ions iodures et iodates, que l'on retrouve dans les nuages et les particules atmosphériques, et que les précipitations déposent sur le sol. La teneur en iode de l'atmosphère est variable, d'autant plus faible que les côtes maritimes sont lointaines.

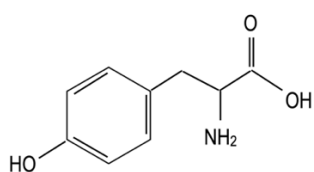
■ **Cycle dans l'organisme :** dans l'organisme, l'iode est un élément trace dont le stock total se situe entre 10 et 15 mg. Il est apporté par l'alimentation sous diverses formes : iodures, iode élément ou structures organiques iodées. Il pénètre aussi par voie respiratoire. Toutes les formes convergent vers la forme iodure qui est assimilée et circule dans le sang. Sa demi-vie est de 8h.

La sortie de l'iode du compartiment plasmatique se fait par deux mécanismes : la captation par la thyroïde (20-30 %) et d'autres tissus ; l'élimination rénale. La quantité d'iode dépend directement des apports durant les 12 heures précédentes, et varie d'un jour à l'autre, ce qui relativise la valeur de son dosage. Pour maintenir une fonction thyroïdienne optimale, les apports quotidiens compensent les pertes urinaires.

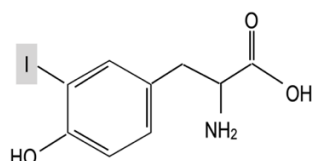
■ **Métabolisme thyroïdien :** la captation thyroïdienne par un mécanisme actif régule les entrées de manière à répondre constamment aux besoins, malgré la fluctuation des apports.

Les iodures captés sont oxydés en iode ( $I_2$ ) ou en cation iodine ( $I^+$ ) qui entrent dans la chaîne de production des hormones thyroïdiennes. Celle-ci commence par la synthèse de la thyroglobuline, une glycoprotéine de grande taille qui fait apparaître des radicaux tyrosyl (structure de l'acide aminé tyrosine). L'iode vient ensuite se fixer sur ces radicaux grâce à une *iodine-transférase*, formant successivement :

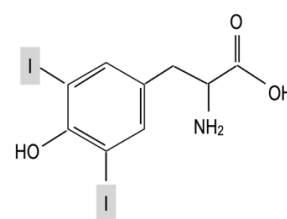
- Le MIT (mono-iodo-tyrosine)      - Le DIT (di-iodo-tyrosine),
- La T4 (tetra-iodo-thyronine ou thyroxine) par condensation de 2 DIT,
- La T3 (tri-iodo-thyronine), par condensation de DIT et MIT.



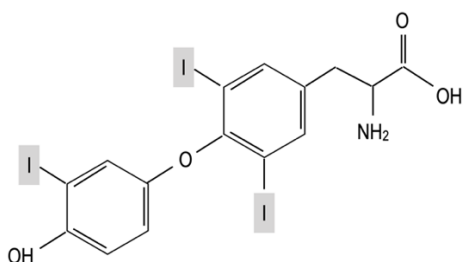
tyrosine



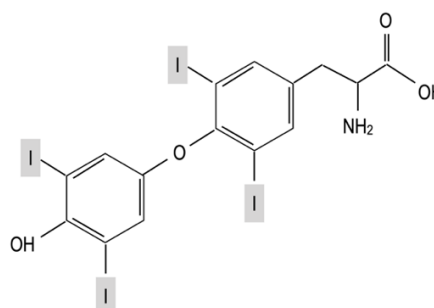
mono-iodo-tyrosine (MIT)



di-iodo-tyrosine (DIT)



tri-iodo-thyronine ou T3



tétra-iodo-thyronine ou thyroxine ou T4

T3 et T4, qui sont les hormones circulantes, passent alors dans le sang. T4 est une forme de réserve. T3 est la forme active, générée à partir de T4 en fonction des besoins, en présence de *5'-désiodase* (sélénium dépendante). Il se forme des proportions variables de T3 active et la T3 réverse (RT3) inactive.

### ■ Métabolisme extra-thyroïdien

Au niveau périphérique, l'iode est libéré des hormones thyroïdiennes sous l'action de *désiodases* hépatiques et rénales, sous forme d'iodures qui réintègrent le pool iodé.

L'iode plasmatique peut être également capté par d'autres organes (glandes salivaires, estomac, plexus choroïde, glandes mammaires). Son éventuel rôle physiologique au niveau de ces organes est inconnu.

### ■ Propriétés biologiques

La fonction la mieux connue de l'iode est de permettre la synthèse des hormones thyroïdiennes. Probables. Rien que pour cela il est un élément essentiel. D'autres fonctions sont probables.

### ■ Toxicité

L'iode est peu toxique. Chez l'être humain, une surcharge peut révéler ou provoquer des altérations de la fonction thyroïdienne et divers symptômes qui définissent le « iodisme » : hypersalivation, rhinorrhée, irritation des voies respiratoires, parotidite, céphalée, nervosité. La surcharge provient généralement d'abus de complémentation ou d'application excessive de bétadine sur une plaie profonde.

### Iode radioactif

L'iode abondant dans la nature est l'iode 127 (<sup>127</sup>I). Il existe plusieurs isotopes dont l'iode 131 (<sup>131</sup>I) radioactif. Comme il a les mêmes propriétés chimiques que l'iode 127, il est capté par la thyroïde et entre dans la structure des hormones thyroïdiennes.

Il y a deux conséquences :

- L'iode 131 est utilisé à dose modérée pour mesurer la captation thyroïdienne par scintigraphie.
- Lors d'un accident nucléaire, l'iode 131 est produit massivement et s'il est inhalé ou ingéré, il peut s'incorporer en quantité notable dans la glande thyroïde avec un niveau important de radioactivité qui peut favoriser la cancérisation. La prise de fortes doses d'iode 127 permet alors, par compétition, d'éviter la fixation de l'isotope radioactif, qui sera alors rapidement éliminé par les urines.