

## ANNEXE 1 : NATURE DES POLLUANTS CHIMIQUES

### SOMMAIRE :

NITRATE ( $\text{NO}_3^-$ ): .....	2
PHOSPHATE ( $\text{PO}_4^{3-}$ ): .....	2
MERCURE ( $\text{Hg}^0$ ) ; MERCURE MERCUREUX ( $\text{Hg}^+$ ) ; MERCURE MERCURIQUE ( $\text{Hg}^{2+}$ ) : .....	3
PLOMB ( $\text{Pb}^{2+}$ ) : .....	3
CADMIUM ( $\text{Cd}^{2+}$ ) : .....	4
ARSENIC (As) : TRIOXYDE D'ARSENIC [ $\text{As}_2\text{O}_3 = \text{As(III)}$ ] : .....	5
MÉTHYLMERCURE ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ) : .....	5
TRIBUTYLÉTAIN [(n-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>3</sub> Sn-X]: TBT : .....	6
TÉTRAÉTHYLPLOMB [ $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ] : .....	7
DICHLORODIPHÉNYLTRICHLOROÉTHANE : DDT ( $\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$ ) : .....	7
POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCB) : .....	8
DIOXINES : .....	9
HYDROCARBURES : .....	9
- HYDROCARBURES ALIPHATIQUES : .....	9
- HYDROCARBURES AROMATIQUES : .....	10
- HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) : .....	11
CHLOROFLUOCARBURES (CFC) : .....	12
PHTALATES : .....	13
POLYBROMODIPHÉNYLÉTHERS (PBDE) : .....	14
COMPOSÉS ORGANIQUES PERFLUORÉS : .....	15
PEPTAÏBOLS : .....	16
NANOPARTICULES : .....	16
HISTAMINE : .....	17
VITAMINES : .....	18

NITRATE ( $\text{NO}_3^-$ ):

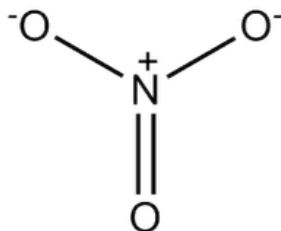


Figure 1 : Structure chimique de  $\text{NO}_3^-$

Substances chimiques naturelles qui entrent dans le cycle de l'azote. Le nitrate est beaucoup utilisé dans les **engrais inorganiques et les explosifs**, comme **agent de conservation des aliments** et comme substance chimique brute dans divers procédés industriels.

Le nitrate représente la plus stable des deux formes de l'azote, mais sous l'action microbienne, il peut être réduit en **nitrite** ( $\text{NO}_2^-$ ), qui est la **forme la plus toxique**.

PHOSPHATE ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :

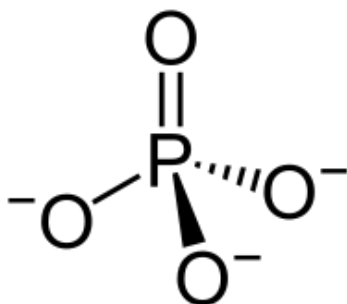


Figure 2 : Formule chimique du phosphate

Les phosphates sont des **composés dérivés du phosphore** qui se trouvent dans **le sol** sous forme de minerais. On les trouve également dans **le corps** des êtres vivants (os, dents, urines...). Indispensables à la croissance des plantes, ils sont utilisés comme engrais. Certains phosphates entrent dans la composition des détergents.

En effet, les phosphates ont la propriété de neutraliser l'action du calcaire. Ils sont donc rajoutés aux détergents pour adoucir l'eau et obtenir un lavage plus performant. **Rejetés dans la nature, ils sont les principaux responsables de l'eutrophisation des eaux douces** (multiplication rapide des végétaux aquatiques qui épuisent le stock d'oxygène contenu dans l'eau). Les lessives domestiques avec phosphates sont interdites, depuis le 1er juillet 2007, car les plantes prolifèrent dans l'eau du fait de l'eutrophisation.

La décomposition de ces plantes, algues ou bactéries, asphyxie l'eau en la privant d'oxygène, ce qui **entraîne la mort des animaux et végétaux aquatiques**. L'interdiction des phosphates dans les lessives domestiques doit aider à diminuer d'un peu plus de 20 % la charge en phosphore à traiter par les stations d'épuration. **Cette limitation des rejets de phosphates dans le milieu naturel participera au dispositif global de lutte contre l'eutrophisation.**

MERCURE ( $Hg^0$ ) ; MERCURE MERCUREUX ( $Hg^+$ ) ; MERCURE MERCURIQUE ( $Hg^{2+}$ ) :



**Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour le Mercure :**

**H331** : Toxique par inhalation

**H373** : Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée

**H410** : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

**P201** : Se procurer les instructions avant utilisation

**P260** : Ne pas respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols

**P273** : Éviter le rejet dans l'environnement

**P284** : Porter un équipement de protection respiratoire

**P310** : Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin

**P501** : Éliminer le contenu/réceptif dans ...

Le mercure est un métal qui présente des caractéristiques rares :

- c'est le seul métal **liquide** à température ambiante (entre  $-10^{\circ}$  et  $+40^{\circ}C$ )
- il se **combine très facilement** avec d'autres molécules, que ce soient des **métaux** (amalgames comme les "plombages" dentaires), des **molécules inorganiques** (soufre :  $HgS$ ) ou **organiques** (carbone). Les composés de mercure organique les plus connus sont le méthylmercure ( $CH_3HgCl$ ) et le diméthylmercure ( $CH_3HgCl_3$ ).
- c'est un métal dit "**lourd**" dans la classification du chimiste Mendeleiev, dans la mesure où il possède une "masse atomique" de 200 (hydrogène = 1)
- c'est un **métal toxique** ; cette toxicité vient de son **extrême volatilité** (puisqu'il peut être facilement respiré), de **sa relative solubilité dans l'eau et les graisses** (il peut être facilement transporté dans le corps), et de **sa capacité à se lier avec d'autres molécules**, qu'il va modifier ou dont il va transformer les fonctions.

Le mercure est utilisé par l'homme dans de multiples domaines. Il a été largement utilisé dans l'agriculture (pesticide), comme fongicide pour les papeteries et les industries de peinture, pour le traitement des minerais d'or et d'argent, dans l'industrie catalytique et l'électrolyse, dans les équipements électroniques et électriques, les lampes, les explosifs, les batteries et les instruments de mesures.

PLOMB ( $Pb^{2+}$ ) :



**Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour le Plomb :**

**H302** : Nocif en cas d'ingestion

**H332** : Nocif par inhalation

**H360** : Peut nuire à la fertilité ou au fœtus

**H373** : Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée

**H410** : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

**P201** : Se procurer les instructions avant utilisation.

**P273** : Éviter le rejet dans l'environnement.  
**P308** : EN CAS d'exposition prouvée ou suspectée :  
**P313** : Consulter un médecin.  
**P501** : Éliminer le contenu/réceptacle dans ...

Le plomb est un métal gris bleuâtre malléable qui peut se présenter sous forme de carbonates  $PbCO_3$  (cérosites), de sulfure (galène  $PbS$ ), de chlorure de Plomb ( $PbCl_2$ ), etc. L'utilisation du Plomb est directement liée à la métallurgie.

Il est retrouvé principalement dans :

- Les peintures : carbonate de Plomb ( $PbCO_3$ ) : jouets, immeubles vétustes, céroses
- Les soudures : raccord adduction d'eau (interdits)
- La vaisselle vernissée (silicate de Plomb :  $PbO.SiO_2$ ) attaquée par des aliments acides

Le Plomb est responsable d'une intoxication : **le saturnisme**. Les effets sont les suivants :

- Atteinte du système nerveux central (douleurs, problèmes de concentration et développement)
- Fixation dans les os (90%)

### CADMIUM ( $Cd^{2+}$ ) :



**Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour le Cadmium :**

**H330** : Mortel par inhalation

**H341** : Susceptible d'induire des anomalies génétiques

**H350** : Peut provoquer le cancer

**H361fd** : Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus.

**H372** : Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée

**H410** : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

Le cadmium est un métal argenté qui a une **grande résistance à la corrosion** ; son point de fusion est bas ; il a une bonne conductivité de l'électricité ; ses produits dérivés ont une bonne résistance aux fortes températures ; il présente des caractéristiques chimiques proches de celles du calcium, **facilitant ainsi sa pénétration dans les organismes**.

Ses principaux composés sont : chlorure de cadmium ( $CdCl_2$ ), oxyde de cadmium ( $CdO$ ), sulfate de cadmium ( $CdSO_4$ ) et sulfure de cadmium ( $CdS$ ). Il est obtenu comme sous produit de raffinage du plomb, du zinc et du cuivre. Le cadmium est utilisé dans la fabrication des accumulateurs électriques, dans l'industrie électronique et chimique, la photographie et dans la métallisation des surfaces.

Contrairement à de nombreux métaux, le cadmium n'a aucun rôle métabolique connu et ne semble pas biologiquement essentiel ou bénéfique au métabolisme des êtres vivants. Il présente des risques chez le consommateur. Même à de faibles concentrations, il tend à s'accumuler dans le cortex rénal sur de très longues périodes (50 ans) où il entraîne une perte anormale de protéines par les urines (protéinurie) et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les personnes âgées.

## ARSENIC (As) : TRIOXYDE D'ARSENIC [ $As_2O_3 = As(III)$ ] :



### Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour l'Arsenic :

**H301** : Toxique en cas d'ingestion

**H331** : Toxique par inhalation

**H410** : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

**P261** : Éviter de respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols.

**P273** : Éviter le rejet dans l'environnement.

**P301** : EN CAS D'INGESTION :

**P310** : Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin.

**P311** : Appeler un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin.

**P501** : Éliminer le contenu/récipient dans ...

L'arsenic se présente généralement sous forme de cristaux gris, brillants, d'aspect métallique. Il existe sous deux autres formes allotropiques : l'arsenic jaune et l'arsenic noir.

Cet élément est assez répandu dans la nature. Ses principaux minerais sont :

- le mispickel : minerai dans laquelle l'arsenic se trouve uni au fer natif ou au fer sulfuré ( $FeAsS$ ), le plus abondant ;
- le réalgar : sulfure d'arsenic ( $As_2S_2$ ), espèce hydrothermale formée à des températures relativement basses ;
- l'orpiment : sulfure d'arsenic jaune ( $As_2S_3$ ) rare connu depuis l'Antiquité, longtemps utilisé comme pigment (jaune orpiment) ;
- la loellingite : espèce minérale composée d'arséniure de fer ( $As_2Fe$ )

L'arsenic et ses composés minéraux ont de très nombreuses applications industrielles :

- fabrication d'insecticides, de raticides, d'herbicides et de fongicides ;
- industrie des colorants ;
- métallurgie (pour durcir le cuivre, le plomb, l'or sous forme d'alliages) ;
- empaillage des animaux ;
- épilage des peaux en tannerie et mégisserie...

C'est un **oligo-élément essentiel** pour l'être humain mais une exposition prolongée, à des doses plus ou moins fortes peut entraîner des cancers, des problèmes de peau et affecte le fonctionnement des poumons, des reins...

## MÉTHYLMERCURE ( $CH_3Hg^+$ ) :

Le **méthylmercure** est la forme la plus courante de mercure organique dans l'environnement.

L'érosion naturelle du sol ou à la suite d'activités humaines (minière, orpaillage...) déplace une grande quantité de mercure II (forme ionisée et divalente de Hg) du sol vers les eaux dont une partie sera **transformée** en méthylmercure et diméthylmercure en milieu dépourvu d'oxygène par des bactéries sulforéductrices notamment d'origine marine.

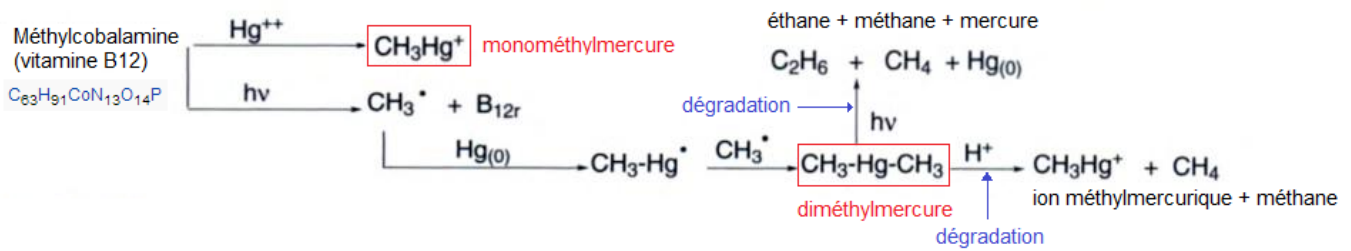


Figure 3 : Méthylation du Mercure par des microorganismes

Le méthylmercure est essentiellement apporté par:

- Les végétaux souillés par les pesticides organomercuriels
- Les abats de volaille et surtout de porc
- La chair des poissons frais ou en boîte

Le méthylmercure est très **lipophile**, ce qui permet une pénétration rapide dans les membranes lipidiques et une **accumulation** dans les graisses, et de ce fait, chez les vertébrés, dans le **système nerveux**. Une accumulation du mercure dans l'organisme peut entraîner cécité, surdité, mouvements désordonnés, troubles mentaux pouvant aboutir à la mort du sujet.

TRIBUTYLÉTAIN  $[(n-C_4H_9)_3Sn-X]$ : TBT :

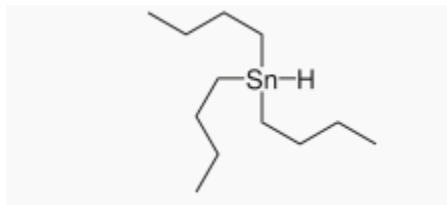


Figure 4 : Tributylétain

Le **tributylétain (TBT)** appartient à la famille des produits organostanniques (ce sont des **produits industriels de synthèse** qui possèdent au moins une liaison directe carbone-étain). Ils ont pour formule chimique  $(n-C_4H_9)_3Sn-X$  où X est un anion ou un groupement anionique de charge unitaire.

Les principaux dérivés du tributylétain à usage industriel sont :

- L'oxyde de tributylétain (TBTO) :  $C_{24}H_{54}OSn_2$
- Le benzoate de tributylétain (TBTB) :  $C_{19}H_{32}O_2Sn$
- Le linoléate de tributylétain (TBTL) :  $C_{30}H_{58}O_2Sn$
- Le méthacrylate de tributylétain (TBTM) :  $C_{16}H_{32}O_2Sn$
- Le fluorure de tributylétain (TBTF) :  $C_{12}H_{27}FSn$
- Le chlorure de tributylétain (TBTCl) :  $C_{12}H_{27}ClSn$

Les produits de dégradation du tributylétain dans l'environnement sont le dibutylétain (DBT) et le monobutylétain (MBT). Ces deux substances sont elles aussi toxiques mais leur toxicité est moindre que celle du TBT.

Le tributylétain entrait autrefois dans la composition des :

- Peintures marines antisalissures
- Produits de préservation du bois

TÉTRAÉTHYLPLOMB [Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>] :

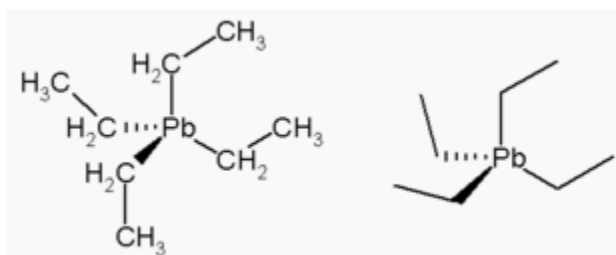


Figure 5 : Tétréthylplomb

Le tétraéthyl-plomb ou plomb tétraéthyle (PTE) est un composé organométallique de formule Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>. C'est un **liquide huileux** qui a été très utilisé jusque les années 2000 comme additif **antidétonant dans les essences**. Le PTE a une odeur caractéristique, il est insoluble dans l'eau, mais très lipophile, ce qui le rend très soluble dans les hydrocarbures. Du fait de son caractère **lipophile** il est très assimilable en milieu biologique, via les aliments ou la peau par passage transcutané : c'est pourquoi il est **très toxique**.

DICHLORODIPHÉNYLTRICHLOROÉTHANE : DDT (C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub>) :

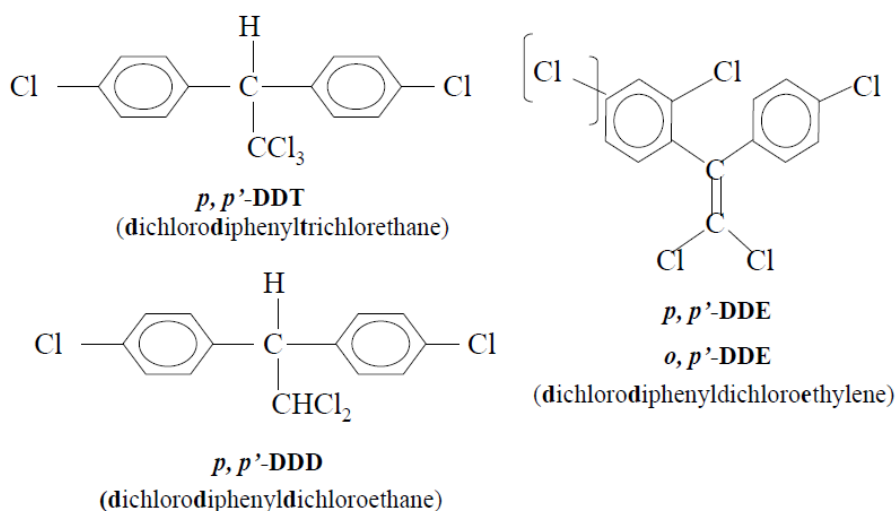


Figure 6 : DDT et métabolites



**Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour le dichlorodiphényltrichloroéthane :**

**H301** : Toxique en cas d'ingestion

**H351** : Susceptible de provoquer le cancer

**H372** : Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée

**H410** : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

Le DDT est un insecticide organochloré. C'est une substance cristalline incolore et hydrophobe.

Son dernier usage connu est la lutte contre les insectes vecteurs de maladies comme par exemple : les moustiques transmetteurs du paludisme, les puces transmettant la peste et les mouches tsé-tsé transmettant la trypanosomiasis.

Une exposition prolongée ou répétée à cette substance peut entraîner des effets sur le système nerveux central et le foie grâce à son caractère lipophile.

### POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCB) :

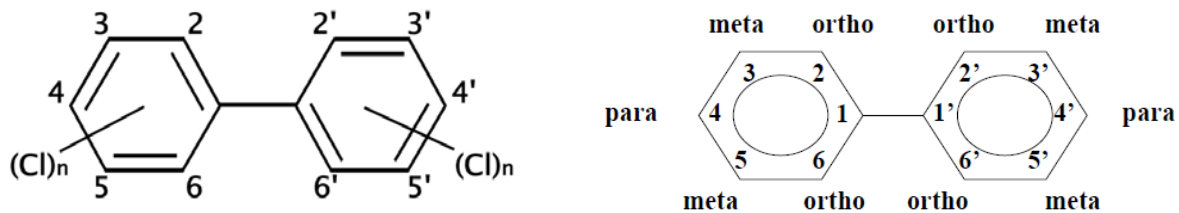


Figure 6 : Structure générale des PCB  
n correspond au nombre de chlore pouvant être présent sur la molécule (2 à 8)



#### Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour les polychlorobiphényles :

**H373** : Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée

**H410** : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

Les Polychlorobiphényles ( $C_{12}H_{(10-x)}Cl_x$ ) sont des dérivés chimiques chlorés, regroupant 209 substances apparentées. Les PCB ont pour caractéristiques :

- grande stabilité
- forme de liquides visqueux
- faible volatilité

Ces paramètres ont permis aux PCB de nombreuses applications industrielles :

- systèmes clos contrôlables : utilisés comme diélectriques dans les transformateurs et les grands condensateurs (> 1Kg)
- systèmes clos incontrôlables : fluides caloporteurs, fluides hydrauliques (notamment industries minières et aviation), fluides dans les pompes à vide), petits condensateurs
- usages dispersifs : formation d'huiles de lubrification et de coupe, dans les pesticides, plastifiants dans les peintures, encres, papier à photocopier, adhésifs, mastics et plastiques.

Cependant, leur production a été interdite en 1985 lorsqu'il est apparu qu'ils présentaient un danger pour l'homme et pour l'environnement. Ils doivent être éliminés de manière contrôlée par des entreprises agréées de destruction des déchets et leur utilisation doit être définitivement arrêtée pour 2010.



## DIOXINES :

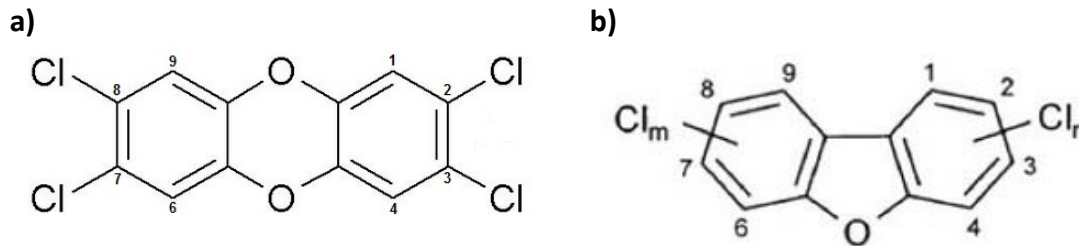


Figure 6 : a) Formule chimique du 2, 3, 7, 8 tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD)  $C_{12}H_4Cl_4O_2$   
 b) Structure chimique du polychlorodibenzofuranes (PCDF)  $C_{12}H_{(8-x)}Cl_xO$   
 n et m correspondent aux nombres de chlores pouvant être présents sur la molécule (1 à 8)

Le terme " **dioxines**" (par abus de langage) désigne les polychlorodibenzo(p)dioxines (**PCDD**) et les polychlorodibenzofuranes (**PCDF**) et regroupe **210 composés distincts**. Ce sont des substances de haut poids moléculaire constituées de deux cycles benzéniques chlorés, liés par **un (furanes)** ou **deux (dioxines)** atomes d'**oxygène**. Leurs structures chimiques sont voisines de celles des PCB.

Ces composés sont caractérisés par une forte **liposolubilité**, une biodégradation très lente, une grande stabilité à la chaleur et donc une rémanence importante dans le milieu naturel. La stabilité augmente avec le nombre d'atome(s) de chlore présent dans la molécule. Cette stabilité a pour **conséquence** la **non-destruction** et l'**accumulation** de ces produits dans la nature et en particulier dans l'organisme humain.

Les dioxines sont caractéristiques de l'**activité industrielle** et de l'**urbanisation**. Les émissions vers l'atmosphère sont liées à la métallurgie, la chimie du chlore et l'incinération des déchets solides dont celle des ordures ménagères qui représente plus de 40% des quantités émises. La combustion résidentielle de bois (17% des quantités émises), le trafic automobile, l'incinération des déchets hospitaliers constituent également des sources d'émission dans l'atmosphère. Dans l'eau, les dioxines proviennent également de la production et l'utilisation de certains herbicides à base d'acide phénoxyacétique ( $C_8H_5Cl_3O_3$ ) et de l'industrie de la pâte à papier.

## HYDROCARBURES :

Composés organiques contenant exclusivement des atomes de carbone et d'hydrogène.

### - HYDROCARBURES ALIPHATIQUES :

Ce sont des molécules à chaîne ouverte, linéaire ou ramifiée, saturée ou insaturée, dont la nomenclature est la suivante:

- Alcanes : hydrocarbures saturés :

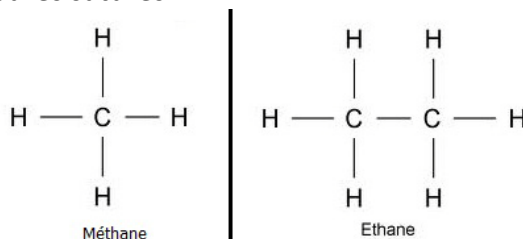


Figure 7 : Exemples d'alcane

- Alcènes : hydrocarbures insaturés ayant une ou plusieurs doubles liaisons

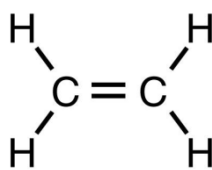


Figure 8 : Éthylène

- Alcyne : hydrocarbures insaturés ayant une ou plusieurs triples liaisons

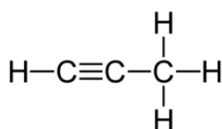


Figure 9 : Propyne

Les hydrocarbures aliphatiques d'importance industrielle dérivent principalement du pétrole, qui est lui-même un mélange complexe d'hydrocarbures. On les obtient par craquage, distillation et fractionnement du pétrole brut.

- **HYDROCARBURES AROMATIQUES :**

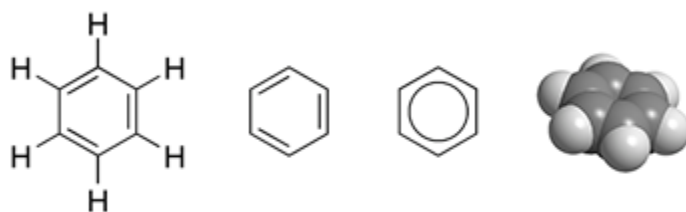


Figure 10 : Différentes représentations du benzène

Les **hydrocarbures aromatiques** (\*hydrocarbure dont la structure moléculaire comprend un cycle possédant une alternance formelle de liaison simple et double, et respectant la règle de Hückel sur l'aromaticité. Le terme d'« aromatique » est dû au fait que ces molécules ont une odeur en général douce) contiennent des atomes d'hydrogène et de carbone sous forme cyclique. Ce sont des composés insaturés à cause des doubles liaisons. Tous les hydrocarbures aromatiques sont basés sur le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Ils sont osmophores (porteurs d'une odeur) et présentent un caractère toxique plus ou moins élevé. Ils doivent être manipulés avec précaution. Les hydrocarbures aromatiques se rencontrent à l'état naturel soit dans le pétrole, soit dans les houilles grasses; où ils peuvent être séparés du charbon par distillation.

- HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) :

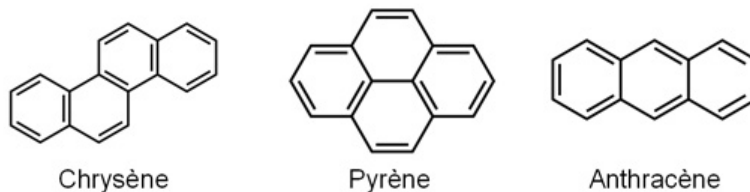


Figure 11 : Structure chimique de 3 HAP.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) constituent une famille de plus d'une centaine de composés organiques, constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène formant au moins deux cycles aromatiques condensés.

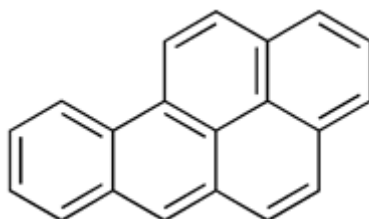


Figure 12 : Structure du Benzo[a]Pyrène



**Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour le benzo[a]pyrène :**

**H317** : Peut provoquer une allergie cutanée

**H340** : Peut induire des anomalies génétiques

**H350** : Peut provoquer le cancer

**H360FD** : Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus

**H410** : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

**P201** : Se procurer les instructions avant utilisation

**P273** : Éviter le rejet dans l'environnement

**P280** : Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage

**P308** : EN CAS d'exposition prouvée ou suspectée :

**P313** : Consulter un médecin

**P501** : Éliminer le contenu/récipient dans ...

L'un des plus toxiques est le benzo[a]pyrène (B[a]P)  $C_{20}H_{12}$ , qui se présente sous forme de cristaux jaune. Il est très peu soluble dans l'eau mais soluble dans de nombreux solvants organiques (aromatiques, chlorés, etc.).

Il se forme au cours de la combustion incomplète ou de la pyrolyse de matériaux organiques (feux de forêts, volcans en éruption, etc.), ce qui en fait une substance omniprésente dans l'environnement (présents dans les suies et fumées de toutes origines, dans les gaz d'échappement des moteurs à explosion, dans la fumée de cigarette, etc.).

Le B[a]P est absorbé par voie pulmonaire, orale ou cutanée et agit sur différents organes cibles :

- Peau chez l'homme
- Estomac, moelle osseuse, foie et reins chez les animaux

Des études ont montré que ce composé induisait la formation de tumeurs chez différentes espèces animales au niveau de la voie d'administration.

Le B[a]P est qualifié d'agent capable d'intercalation entre les bases de l'ADN. Pour cette raison il est mutagène et cancérigène.

#### CHLOROFLUOCARBURES (CFC) :

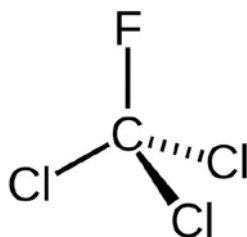


Figure 13 : Formule chimique du Trichlorofluorométhane (CCl<sub>3</sub>F)



**Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour le Trichlorofluorométhane CCl<sub>3</sub>F :**

**H312** : Nocif par contact cutané

**H420** : Nuit à la santé publique et à l'environnement en détruisant l'ozone dans la haute atmosphère

**P280** : Porter des gants de protection/ des vêtements de protection

Les CFC sont des hydrocarbures halogénés (hydrocarbures dont un ou plusieurs hydrogènes ont été substitués par un halogène : Fluor (F), Chlore (Cl), Brome (Br), Iode (I)) :

- Fréons<sup>®</sup> (CFC) : trichlorofluorométhane : CCl<sub>3</sub>F
- Halons<sup>®</sup> (BromoFluoroCarbures) : bromotrifluorométhane (Halon 1301) : CBrF<sub>3</sub>
- HydroFluoroCarbures (HFC) : 1, 1, 1, 2-tétrafluoroéthane : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>
- HydroChloroFluoroCarbures (HCFC) : CHClF<sub>2</sub>

Les fréons sont fabriqués depuis 1940 pour leurs exceptionnelles propriétés :

- Non toxiques pour l'homme
- Ininflammables
- Volatils et facilement liquéfiables

Ils sont utilisés en tant que réfrigérants, aérosols, solvants de nettoyage et mousses. Cependant, leur fabrication et usage entraîne des fuites, augmentant la concentration de CFC dans l'atmosphère. De plus, les CFC ont une inertie remarquable ce qui leur donne une durée de vie de 50 à 500 ans, leur permettant ainsi de se diffuser lentement vers la stratosphère et, sous l'action des UV, les CFC sont dissociés en atomes de Chlore, et catalysent la destruction de l'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>).

En raison de leur nocivité pour l'environnement, plusieurs réglementations ont été décidées : Protocole de Montréal (1987), la Conférence de Londres (1990) et les Amendements de Copenhague (1992) :

Pour les CFC :

- Pays développés 0% de consommation en 1996
- Pays en voie de développement 0% en 2010.

Pour les fluides de transition (HCFC) :

- Pays développés 0% de consommation en 2030.
- Pays en voie de développement 0% en 2040.

## PHTALATES :

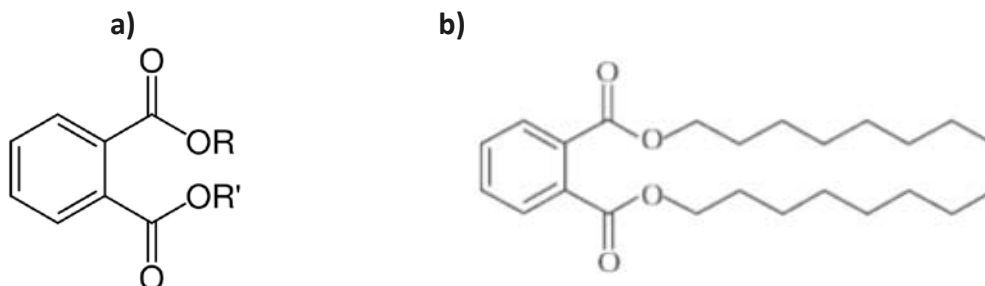


Figure 14 : a) Formule chimique générale des phtalates  
b) Formule chimique du di-n-octyl-phtalate  $C_{24}H_{38}O_4$



**Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour le di-n-octyl-phtalate  $C_{24}H_{38}O_4$  :**

**H313** : Peut être nocif par contact cutané.

**H316** : Provoque une irritation cutanée bénigne.

**H317** : Peut provoquer une allergie cutanée.

**H319** : Provoque une sévère irritation des yeux.

**H334** : Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation.

**H361** : Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus

**P201** : Se procurer les instructions avant utilisation.

**P202** : Ne pas manipuler avant d'avoir lu et compris toutes les précautions de sécurité.

**P261** : Éviter de respirer.

**P264** : Se laver les mains soigneusement après manipulation.

**P272** : Les vêtements de travail contaminés ne devraient pas sortir du lieu de travail.

**P280** : Porter des gants appropriés et un appareil de protection des yeux/du visage.

**P285** : Lorsque la ventilation du local est insuffisante, porter un équipement de protection respiratoire.

**P302+P350** : EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU: laver avec précaution et abondamment à l'eau et au savon.

**P304+P341** : EN CAS D'INHALATION: s'il y a difficulté à respirer, transporter la victime à l'extérieur et la maintenir au repos dans une position où elle peut confortablement respirer.

**P305+P351+P338** : EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.

**P308+P313** : EN CAS d'exposition prouvée ou suspectée: consulter un médecin.

**P333+P313** : En cas d'irritation ou d'éruption cutanée: consulter un médecin.

**P337+P313** : Si l'irritation oculaire persiste: consulter un médecin.

**P363** : Laver les vêtements contaminés avant réutilisation.

**P405** : Garder sous clef.

**P501** : Faire éliminer le contenu/récipient auprès des entreprises de gestion de déchets agréées par le gouvernement local.

Les phtalates sont des liquides visqueux, transparents, incolores, avec peu ou sans odeur et très peu volatiles. Ils sont très peu solubles dans l'eau, c'est pourquoi ils auront une affinité particulière pour les graisses et alcools lourds.

Les phtalates, produits à quelque 3 millions de tonnes par an dans le monde, sont présents partout à des niveaux différents dans notre environnement quotidien (adhésifs, colles, déodorants, insecticides, savons, jouets pour enfants, gants et matériels pour l'emballage de la nourriture, produits flexibles à base de plastique, etc.). L'exposition, souvent difficile à évaluer en raison de la multiplicité des sources potentielles et des situations, peut se produire par inhalation, par contact ou par ingestion.

#### POLYBROMODIPHÉNYLÉTHERS (PBDE) :

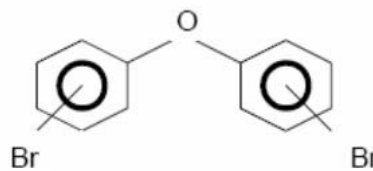


Figure 15 : Structure chimique du PBDE

Les **polybromodiphényléthers** (PBDE) regroupent 209 analogues de formule  $C_{12}H_{n-1}Br_nO$ , utilisés comme retardateurs de flamme dans de nombreux produits (textiles, plastiques, équipements informatiques, ...). Ils se retrouvent dans l'environnement en raison de leur stabilité et parce qu'ils sont peu liés chimiquement à la matrice des polymères auxquels ils sont incorporés. Les PBDE et leurs métabolites sont retrouvés dans l'environnement et dans les tissus humains. Ils ont une structure chimique proche d'autres xénobiotiques capables d'interagir avec les récepteurs hormonaux nucléaires (récepteurs aux oestrogènes ER, aux androgènes AR), comme par exemple les PCB. Ils sont donc susceptibles de perturber les fonctions endocriniennes.

## COMPOSÉS ORGANIQUES PERFLUORÉS :

Les composés fluorés ou PFC sont des composés organiques dont la chaîne carbonée est totalement fluorée, c'est-à-dire où tous les atomes d'hydrogène liés aux atomes de carbone ont été remplacés par des atomes de fluor. Ils sont en majorité d'origine synthétique. Ils ont la propriété de repousser l'eau, les matières grasses et les poussières. On en trouve dans une multitude de produits qui vont des emballages alimentaires aux cosmétiques, en passant par les moquettes et certains vêtements où ils servent de traitement imperméable et antitache. L'un de ces composés, le PFOA ou acide perfluorooctanoïque ( $C_8HF_{15}O_2$ ), utilisé dans les poêles antiadhésives, a fait l'objet d'une polémique récente en France, suite à l'expertise de l'Agence de sécurité sanitaire des aliments (Afssa). Les résultats rassurants obtenus ont été contestés par certains scientifiques.

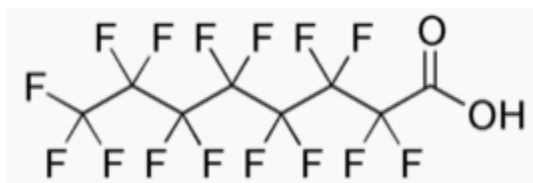


Figure 16 : Perfluorooctanoate



### **Éléments d'étiquetage SGH, y compris les conseils de prudence pour l'acide perfluorooctanoïque :**

**H290** : Peut être corrosif pour les métaux

**H302** : Nocif en cas d'ingestion

**H314** : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

**H402** : Nocif pour les organismes aquatiques

**H412** : Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

**P234** : Conserver uniquement dans le récipient d'origine.

**P260** : Ne pas respirer.

**P264** : Se laver les mains soigneusement après manipulation.

**P270** : Ne pas manger, boire ou fumer en manipulant ce produit.

**P273** : Éviter le rejet dans l'environnement.

**P280** : Porter des gants appropriés et un appareil de protection des yeux/du visage.

**P301+P330+P331** : EN CAS D'INGESTION: rincer la bouche. NE PAS faire vomir.

**P303+P361+P353** : EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU (ou les cheveux): enlever immédiatement les vêtements contaminés. Rincer la peau à l'eau/se doucher.

**P304+P340** : EN CAS D'INHALATION: transporter la victime à l'extérieur et la maintenir au repos dans une position où elle peut confortablement respirer.

**P305+P351+P338** : EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.

**P310** : Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin.

**P363** : Laver les vêtements contaminés avant réutilisation.

**P390** : Absorber toute substance répandue pour éviter qu'elle attaque les matériaux environnants.

**P405** : Garder sous clef.

**P501** : Faire éliminer le contenu/récipient auprès des entreprises de gestion de déchets agréées par le gouvernement local.

Un autre composé perfluoré « célèbre » est le PFOS ou sulfonate de perfluorooctane. Avant sa suppression progressive, on le trouvait dans les produits nettoyants et protecteurs destinés à être appliqués sur les tapis, les tissus et les chaussures ainsi que dans des mousses extinctrices anti-incendie.



Figure 17 : Sulfonate de perfluorooctane

Leurs propriétés physicochimiques font qu'ils ne s'accumulent pas dans les lipides comme les autres polluants organiques persistants, mais dans le sang et le foie. C'est pourquoi les PFC sont soupçonnés de se comporter comme des perturbateurs endocriniens, d'altérer les réponses immunitaires et de modifier les processus inflammatoires.

---

#### PEPTAÏBOLS :

Les peptaïbols sont des toxines biosynthétisées par différents genres de champignons filamenteux d'origine terrestre ou marine (exemple : *Trichoderma* sp.). Ce sont des petits peptides linéaires, constitués d'acides aminés.

---

#### NANOPARTICULES :

Les nanoparticules sont des composés dont au moins une des dimensions varie entre 1 et 100 nanomètres.

Utilisées dans tous les domaines depuis les années 90, les nanoparticules sont de plus en plus présentes dans notre quotidien (cosmétiques, peinture, électronique, informatique...). Des recherches effectuées en 2008 par l'Afsset (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail), estiment que l'existence de dangers potentiels pour l'homme et l'environnement liés à la toxicité, l'écotoxicité et au risque d'explosion ne peut être écarté (Voir séquence 2 partie 3.5 dans l'UVED + Annexe Nanoparticules).



HISTAMINE :

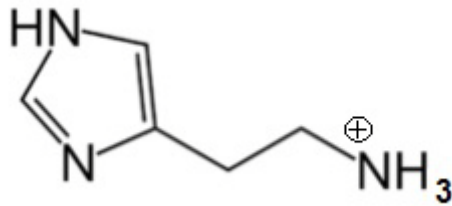


Figure 18 : Histamine

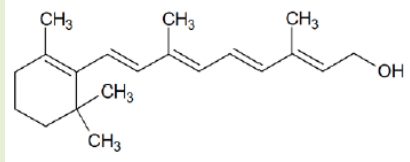
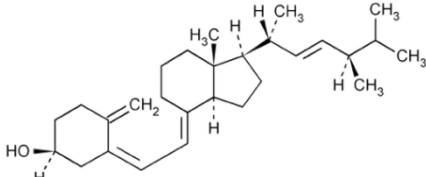
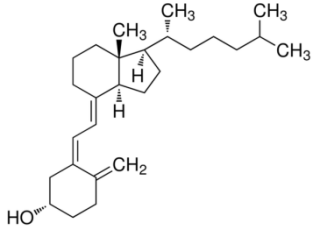
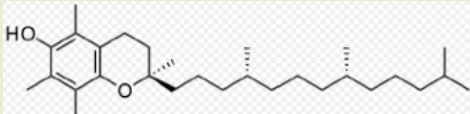
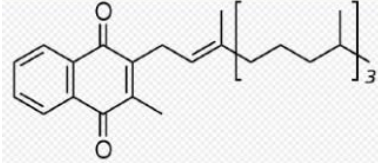
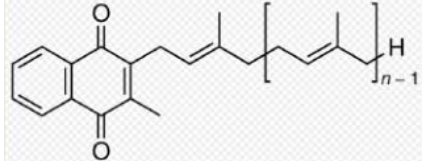
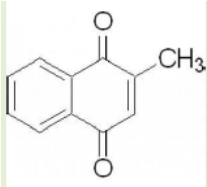
L'histamine est un médiateur chimique fabriqué par des cellules appartenant à une variété de globules blancs, les polynucléaires basophiles et les mastocytes. Ce médiateur est stocké dans des granulations puis libéré dans certaines circonstances en particulier lors des réactions d'hypersensibilité. L'histamine a de nombreuses propriétés : relâchement des petites artères, contraction des muscles de l'intestin et des bronches, sécrétion d'acide chlorhydrique dans le suc gastrique, accélération du cœur, relâchement des contractions de l'utérus et joue un rôle important dans les mécanismes de l'inflammation, de l'anaphylaxie et dans les réactions d'intolérance alimentaire et d'allergie.

Elle est responsable des manifestations allergiques : vasodilatations, oedèmes, bronchoconstriction, etc.


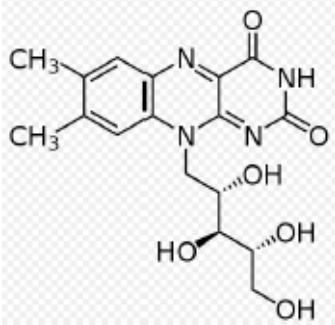
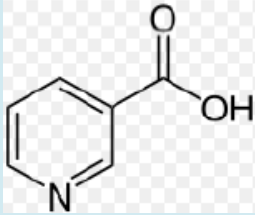
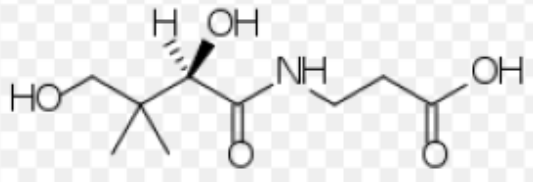

L'histamine est donc reconnue par deux types de récepteurs les récepteurs H1 de l'estomac et les récepteurs H2 des manifestations allergiques. Les inhibiteurs respectifs de ces deux types de récepteurs sont employés en thérapeutique (antihistaminiques).

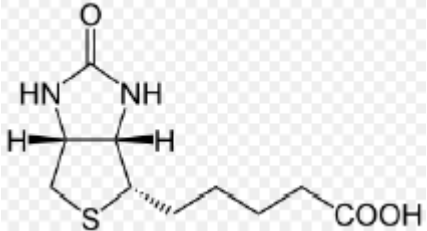
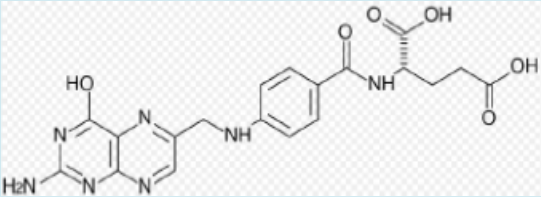
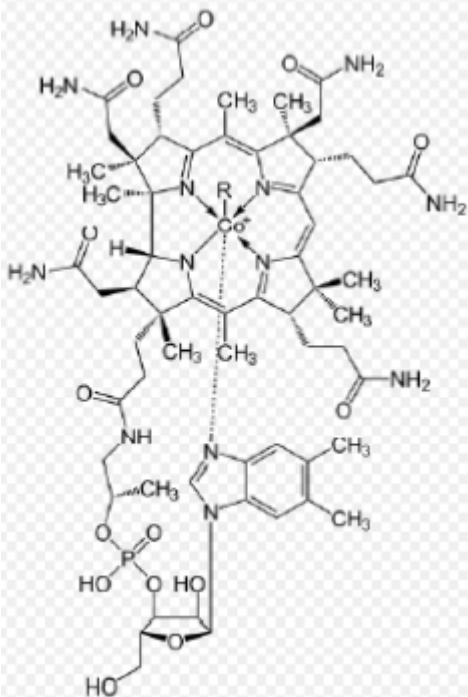
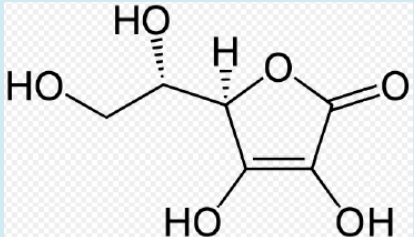
VITAMINES :

**Tableau 1** : Les vitamines lipophiles

Noms	Rôles	Structures
<b>Vitamine A :</b> <b>Rétinol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rôle primordial dans la qualité de la vision</li> <li>- action cicatrisante (beauté et santé de la peau et muqueuses)</li> <li>- traitement de certaines affections cutanées (acné)</li> <li>- indispensable à la croissance et développement des cellules</li> </ul>	 <p><b>Figure 19 : Rétinol</b></p>
<b>Vitamine D :</b> <b>Ergocalciférol (D2)</b> <b>Cholécalciférol (D3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rôle primordial dans la formation des os et des dents en permettant la fixation du calcium</li> <li>- intervient dans la défense contre les virus</li> <li>- participe au bon fonctionnement musculaire</li> </ul>	 <p><b>Figure 20 : Ergocalciférol</b></p>  <p><b>Figure 21 : Cholécalficérol</b></p>
<b>Vitamine E :</b> <b>α-tocophérol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduit prolifération de certaines cellules cancéreuses</li> <li>- stimule la réponse immunitaire, anti-inflammatoire</li> <li>- empêche l'oxydation des acides gras polyinsaturés</li> <li>- protège la membrane cellulaire contre les radicaux libres</li> <li>- fluidifie le sang, réduit le risque d'athérosclérose</li> </ul>	 <p><b>Figure 22 : α-tocophérol</b></p>
<b>Vitamine K :</b> <b>Phylloquinone (K1)</b> <b>Ménaquinone (K2)</b> <b>Ménadione (K3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rôle primordial dans l'activation des protéines nécessaires à la coagulation sanguine</li> <li>- impliquée dans la régulation du calcium</li> </ul>	 <p><b>Figure 23 : Phylloquinone</b></p>  <p><b>Figure 24 : Ménaquinone</b></p>
	 <p><b>Figure 25 : Ménadione</b></p>	

**Tableau 2 : Les vitamines hydrophiles**

Noms	Rôles	Structures
<b>Vitamine B1 : Thiamine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rôle important dans la transmission de l'influx nerveux et plus globalement dans le fonctionnement du système nerveux</li> <li>- favorise la transformation des sucres en graisses et de l'alcool en énergie</li> </ul>	 <p data-bbox="1110 577 1340 607">Figure 26 : Thiamine</p>
<b>Vitamine B2 : Riboflavine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rôle dans la transformation des nutriments en énergie</li> <li>- rôle dans métabolisme de la vitamine B6 et du glutathion (détoxifiant et antioxydant)</li> </ul>	 <p data-bbox="1098 940 1353 969">Figure 27 : Riboflavine</p>
<b>Vitamine B3 : Niacine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rôle dans transformation des nutriments en énergie</li> <li>- collabore au processus de formation de l'ADN, permettant ainsi une croissance et un développement normal</li> </ul>	 <p data-bbox="1121 1193 1329 1223">Figure 28 : Niacine</p>
<b>Vitamine B5 : Acide panthoténique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utile dans la transformation des aliments en énergie et dans la synthèse des acides gras</li> <li>- favorise l'activité cellulaire au niveau de la peau et des muqueuses</li> <li>- rôle dans la résistance au stress et la polyarthrite rhumatoïde</li> </ul>	 <p data-bbox="1042 1433 1409 1462">Figure 29 : Acide Panthoténique</p>
<b>Vitamine B6 : Pyridoxine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rôle majeur dans certaines intolérances au glucose, comme le diabète gestationnel</li> <li>- rôle dans l'expression de certains gènes</li> <li>- indispensable au bon fonctionnement des défenses anti-infectieuses</li> <li>- intervient dans la synthèse des neurotransmetteurs modulateurs de l'anxiété</li> <li>- intervient dans le métabolisme de la taurine qui joue un rôle de calmant du système nerveux</li> </ul>	 <p data-bbox="1106 1848 1353 1877">Figure 30 : Pyridoxine</p>

<p><b>Vitamine B8 :</b> <b>Biotine</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- intervient dans la transformation des aliments en énergie et dans la synthèse des acides gras</li> <li>- rôle dans l’empaquetage de l’ADN et donc à son intégrité</li> </ul>	 <p><b>Figure 31 : Biotine</b></p>
<p><b>Vitamine B9 :</b> <b>Acide folique</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agit en synergie avec la vitamine B12 dans la division des cellules (formation ADN, ARN)</li> <li>- prévient l’anémie et est indispensable dans l’élaboration des cellules sanguines</li> <li>- participe à la synthèse de neuromédiateurs dont la dopamine, l’adrénaline et la noradrénaline</li> <li>- nécessaire au fonctionnement du système nerveux</li> </ul>	 <p><b>Figure 32 : Acide folique</b></p>
<p><b>Vitamine B12 :</b> <b>Cyanocobalamine</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- assure le transport des groupes méthyles et la dégradation de certains acides aminés et acides gras</li> <li>- rôle important dans la croissance et la maturation des globules rouges</li> <li>- intervient dans la division cellulaire, la réplication de l’ADN et la croissance des cellules</li> <li>- également indispensable au fonctionnement du système nerveux</li> </ul>	 <p><b>Figure 33 : Cyanocobalamine</b></p>
<p><b>Vitamine C :</b> <b>Acide ascorbique</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- puissant antioxydant, bloque la production des radicaux libres</li> <li>- stimule la fabrication du collagène (protéine de la peau et du tissu conjonctif)</li> <li>- participe au transport et au stockage du fer</li> <li>- renforce les défenses de l’organisme en agissant sur les bactéries et les virus</li> <li>- prévient la formation des nitrosamines (cancérogènes)</li> </ul>	 <p><b>Figure 34 : Acide ascorbique</b></p>

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Jean-Claude Amiard (2011), *Les risques chimiques environnementaux : Méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes*
- Fiches de données toxicologiques et environnementales INERIS :  
<http://www.ineris.fr/substances/fr/page/21>
- Fiches toxicologiques de l'INRS :  
<http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/recherche-fichetox-criteres.html>