

# L'eau

- **Propriétés exceptionnelles** de cette molécule
  - Un site recense 75 « anomalies » dans ses propriétés (voir « Approfondir »)
- Liens avec ses **propriétés chimiques et biologiques**, lien avec **la vie**

Pour une meilleure compréhension, certaines explications pourront être légèrement simplifiées/tronquées  
Images : Wikipedia sauf mention contraire

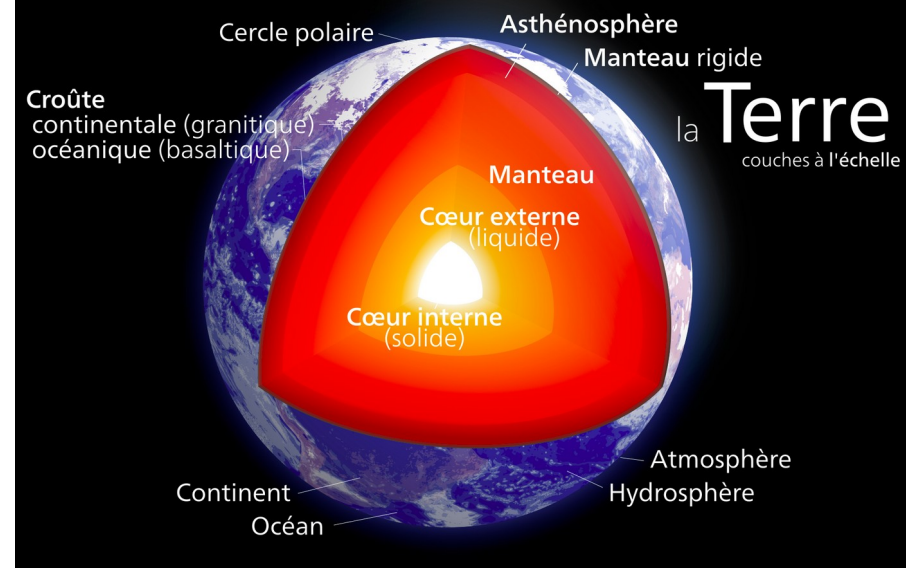


Notions utilisées :

1. Introduction
2. Structure de la matière
3. Ondes

# Présence sur Terre

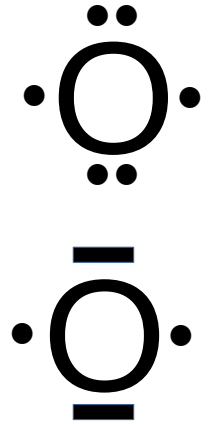
- Les océans couvrent
  - $361 \times 10^6 \text{ km}^2$
  - 71 % de la surface de la Terre
- Ils occupent un volume de
  - $1,38 \times 10^9 \text{ km}^3 = 1,38 \times 10^{21} \text{ L}$
  - 0,13 % du volume total de la Terre
- Sur Terre
  - 97,5 % salée, 2,5 % douce
- Très rare dans le Système solaire et les autres planètes connues



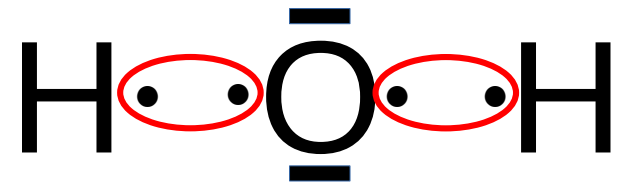
# Oxygène et hydrogène



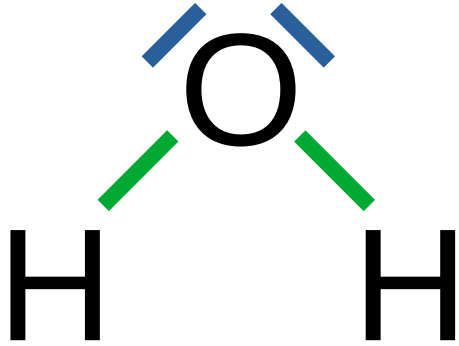
1	Hydrogène 1 <b>H</b> 1.007975						Hélium 2 <b>He</b> 4.002602	
2	Lithium 3 <b>Li</b> 6.9395	Béryllium 4 <b>Be</b> 9.0121831	Bore 5 <b>B</b> 10.8135	Carbone 6 <b>C</b> 12.0106	Azote 7 <b>N</b> 14.006855	Oxygène 8 <b>O</b> 15.99940	Fluor 9 <b>F</b> 18.99840316	Néon 10 <b>Ne</b> 20.1797 (6)



- Hydrogène
  - 1 proton et 1 électron : peut établir **1 liaison covalente**
- Oxygène
  - 8 protons et 8 électrons, dont 6 sur la couche externe
  - Peut établir **2 liaisons covalentes**
- Molécule d'eau = H<sub>2</sub>O

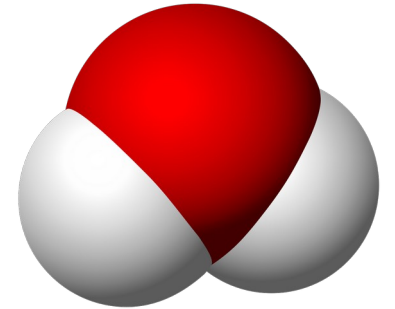
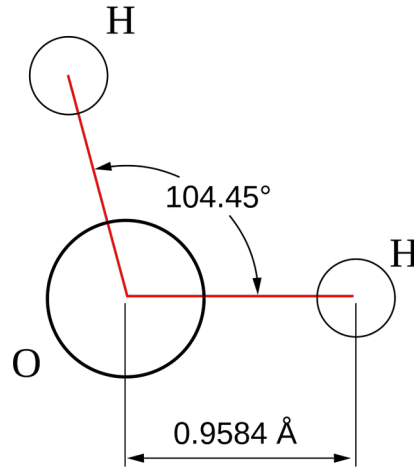
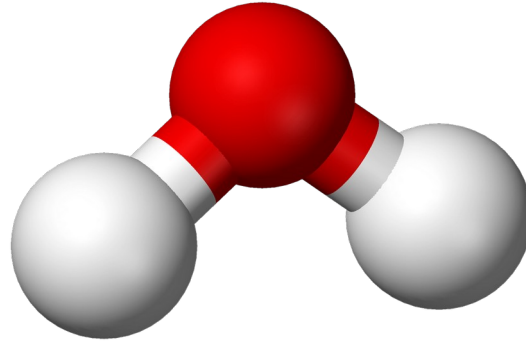


# La molécule d'eau (H<sub>2</sub>O)

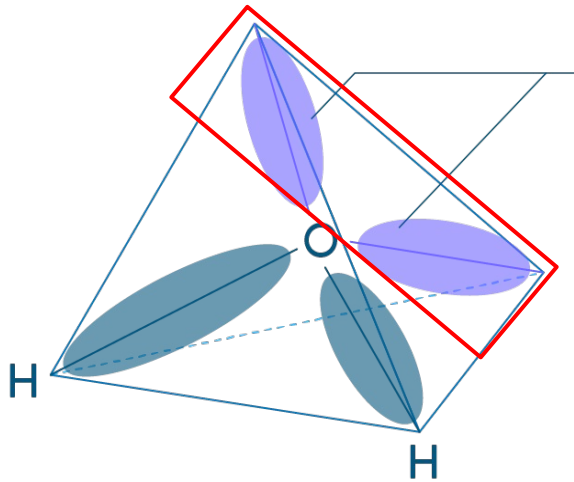


Représentation de Lewis

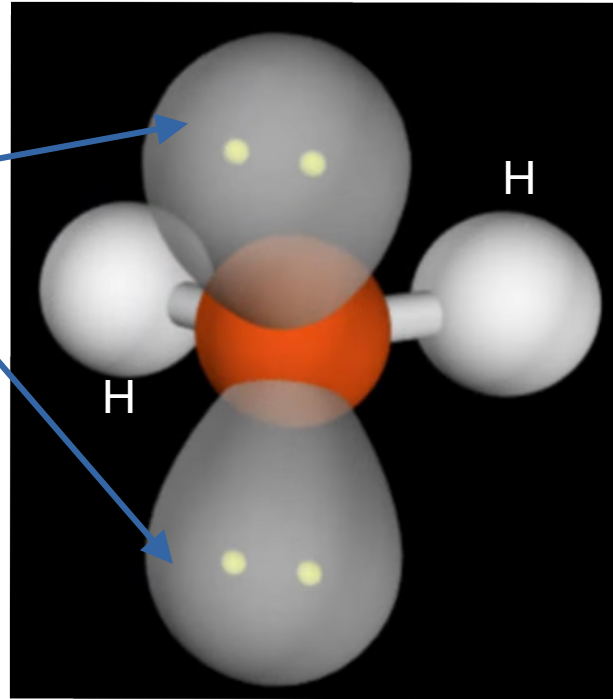
- 2 liaisons covalentes
- 2 doublets électroniques « non liants » de l'oxygène



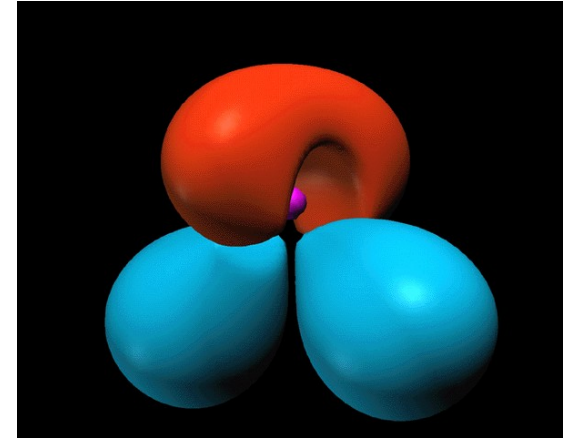
# Pourquoi cette forme ?



doublets  
non liants



Vue de dessus

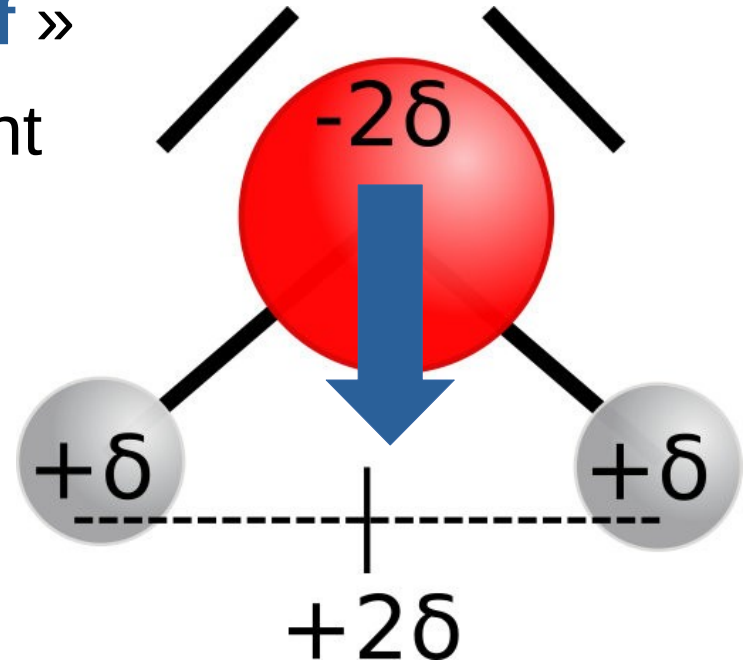


Résultat d'un calcul rigoureux, qui montre les régions où la probabilité de trouver une paire d'électrons et une seule est la plus grande.

Les doublets non liants de l'oxygène prennent de la place.  
L'espace est **occupé dans 4 directions** (forme tétraédrique)  
C'est pour cette raison que la molécule n'est **pas rectiligne**.

# Nature dipolaire

- L'oxygène **attire plus les électrons** que l'hydrogène : il est plus « **électronégatif** »
- La molécule est « polaire » : globalement neutre, mais **localement chargée**
- Apparition d'un « **dipôle électrostatique** »
- A des conséquences **physiques, chimiques et biologiques**

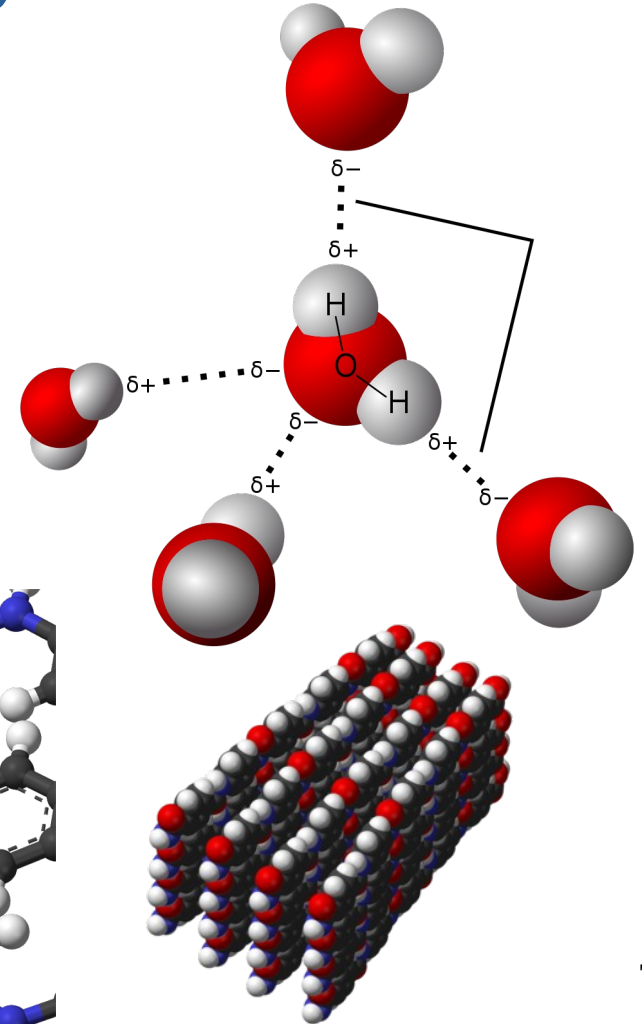
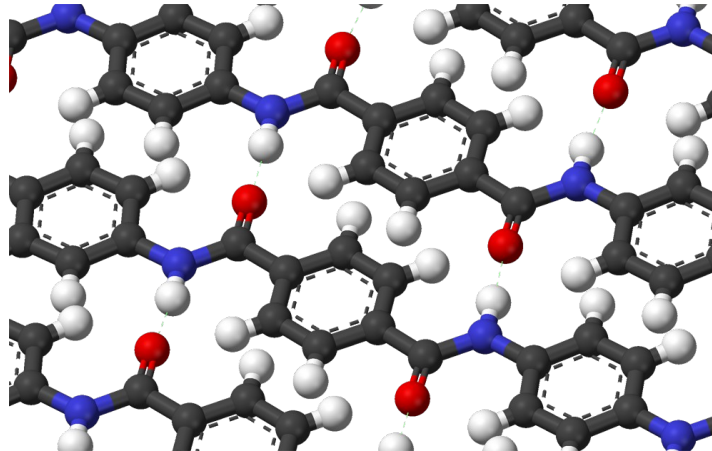


# La liaison hydrogène

- Ou « **pont hydrogène** »
  - Pas une « vraie » liaison, force **intermoléculaire** entre les atomes d'hydrogène et les atomes d'oxygène
  - Différente de la liaison covalente (liaison chimique au sein d'une molécule)

- **Forte attraction des molécules entre elles**

- Même phénomène dans le Kevlar, qui lui confère sa grande résistance





# Conséquences physiques

- **Température d'ébullition élevée**
  - L'eau est liquide aux températures courantes sur Terre
- **Capacité thermique** la plus **élevée** de tous les liquides
  - Difficile à chauffer → stabilité de la température
  - Les océans sont de bons accumulateurs de chaleur (climats tempérés)
- **Chaleur latente d'évaporation** la plus **élevée** de tous les liquides
  - Effet réfrigérant de la transpiration
- **Densité du liquide supérieure celle de la glace, et maximale à 4°C**
  - La glace flotte
  - La température minimale au fond d'un lac est de 4°C
  - Facilite la dégradation des structures géologiques
- **Tension superficielle** la plus **élevée** de tous les liquides (mercure excepté)
  - Formation des gouttelettes facilitée
  - « Capillarité » : la sève monte dans les arbres
  - Les insectes peuvent se déplacer sur l'eau



Permet à la vie aquatique de survivre aux périodes glacées



# L'ébullition de l'eau

- La **température d'ébullition** varie avec la pression

Altitude (m)	Pression (atm) <sup>17</sup>	Temp. (°C)
0	1,00	100
4 808 (Mont Blanc)	0,547	83,9
8 849 (Everest)	0,311	70,2
19 200	0,063	36,8

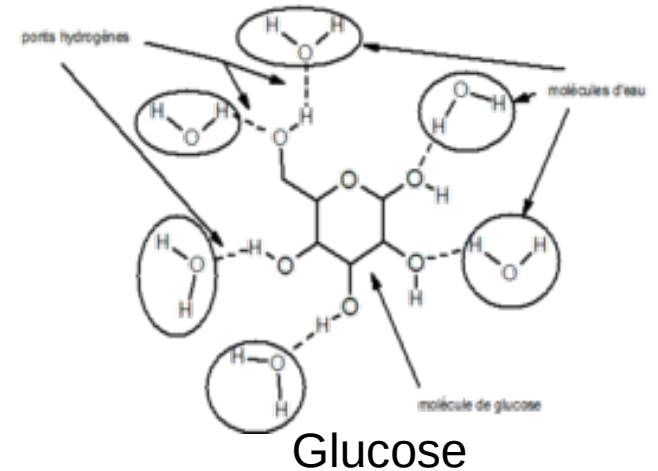
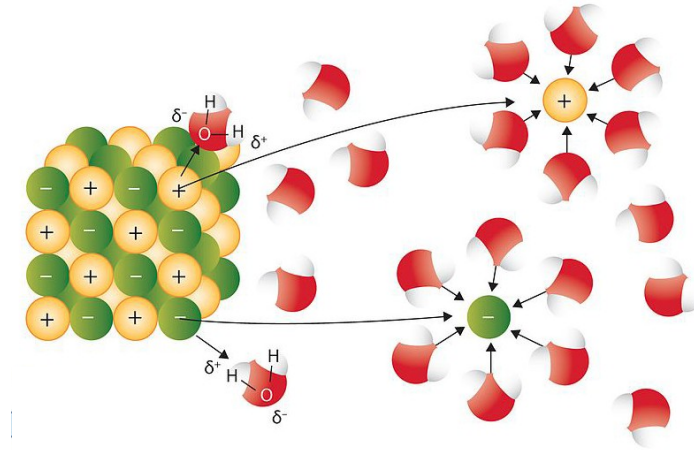
- À ~ 20 000 m d'altitude, l'eau entre en ébullition à la température du corps humain
  - Barrière infranchissable pour l'homme sans dispositif de pressurisation

# Conséquences chimiques

Les molécules d'eau, petites, peuvent entourer les ions/molécules dissous

Ex : sel (NaCl - Na<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>)

- La **polarité de l'eau** lui permet de **dissoudre** de nombreuses substances **polaires**
  - Les sels, les sucres, des alcools, des gaz
  - les protéines et l'ADN
- L'eau dissout **plus de substances** que tout autre liquide
  - solvant « universel »



# Un solvant vraiment « universel » ?

- L'eau ne peut dissoudre les molécules **hydrophobes** (non polaires), notamment les graisses et les huiles



*Micelle de savon  
autour d'une tache*



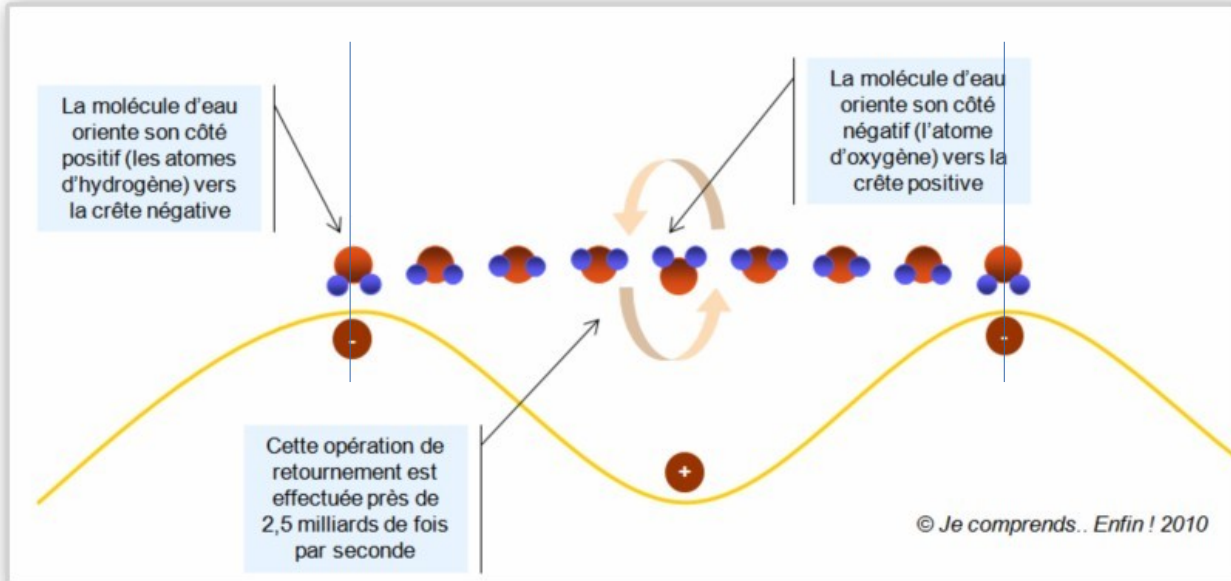
- Le savon permet de lier les 2 types de molécules
  - 2 extrémités : **hydrophile** et **lipophile/hydrophobe**

# Micro-ondes

**Ondes électromagnétiques** situées entre l'**infrarouge** et les **ondes radio**

- Longueur d'onde  $3 \text{ mm} < \lambda < 30 \text{ cm}$
- Fréquence  $1 \text{ GHz} < f < 100 \text{ GHz}$

Four à micro-ondes :  
 $f = 2,45 \text{ GHz}$ ,  
 $\lambda = 12,24 \text{ cm}$



La température est une mesure de l'agitation moléculaire

Plus d'agitation = augmentation de ta température

<http://www.vaucanson.org/php5/Accueil/index.php/les-micro-ondes-contre-la-merule/559-quel-est-l-effet-des-micro-ondes-sur-l-eau>

# Définition de la calorie

- C'est la **quantité de chaleur (énergie) nécessaire pour élever un gramme d'eau pure de 14,5 °C à 15,5 °C (Patm)**
- Unité officielle de l'énergie : le **joule**
  - 1 cal = 4,18 J (1 J = 1 kg.m<sup>2</sup>.s<sup>-2</sup>)
- Apports alimentaires pour un être humain
  - ≈ 2000 kcal/jour = 8,36 MJ / jour
  - Puissance moyenne =  $8,36 \times 10^6 \text{ J} / 24 \times 60 \times 60 \text{ s} \approx \mathbf{100 \text{ W (watts)}}$
  - Christopher Froome lors de l'ascension du mont Ventoux en 2013 : **jusqu'à 600 watts, soit soulever 60 kg à la vitesse de 1 m/s**





# Canular du « monoxyde de dihydrogène »

Principe : utiliser une **dénomination complexe** et tenir un discours **scientifique totalement exact**, qui crée cependant une **inquiétude injustifiée**

## Sur la santé

- son inhalation peut causer la mort par asphyxie
- sa forme gazeuse peut causer de graves brûlures
- sa forme solide provoque des lésions des tissus
- a été trouvé dans des lésions pré-cancéreuses, ainsi que dans les tumeurs de malades en phase terminale
- parmi les symptômes résultant de l'ingestion de monoxyde de dihydrogène : sudation et miction excessives, éventuellement nausées et vomissements, déséquilibre électrolytique corporel, voire la mort
- toutes les personnes étant entrées en contact avec lui sont mortes ou vont mourir
- utilisé comme adjuvant dans les vaccins

## Sur l'environnement

- ses variations de température sont soupçonnées de contribuer au phénomène « El Niño »
- est un élément principal des pluies acides
- contribue à l'érosion des sols
- est relâché en grande quantité par les centrales nucléaires dans les rivières et les mers et l'atmosphère
- puissant gaz à effet de serre sous sa forme gazeuse
- trouvé en grande quantité dans les cours d'eau, les lacs, les mers et les océans
- retrouvé jusqu'aux pôles Nord et Sud

# La mémoire de l'eau

- Publication en juin 1988 d'un article dans « Nature » par Jacques Benveniste, médecin et immunologiste français, directeur de recherche à l'INSERM, cosigné par 4 équipes, qui déclare que

**les globules blancs continuent de présenter des réactions alors que l'anticorps est dilué au point d'éliminer statistiquement toute molécule d'anti-IgE dans la solution**

- Résultats controversés (protocole, conflits d'intérêt – Boiron)

- Enquête de Nature en juillet 1988 : « phénomène [...] pas reproductible au sens habituel du terme. Nous concluons qu'il n'existe pas d'arguments solides pour affirmer que l'anti-IgE à haute dilution ([jusqu'à]  $10^{120}$ ) garde une activité biologique [...] ».
- En 1989, Science et Vie lance un défi à Benveniste avec un million de francs à la clef ; Benveniste ne relève pas le défi
- 2005 : Benveniste se défend dans l'ouvrage « Ma vérité sur la mémoire de l'eau »



[jacques-benveniste.org/](http://jacques-benveniste.org/)

# Les CH en homéopathie

- 1 CH signifie à une dilution par 100 ( $10^2$ ) :
  - 1 goutte de produit actif pour 99 gouttes d'un mélange d'eau et d'alcool
  - **n CH = n dilutions par 100 = dilution par  $10^{2*n}$**
- Exemples :
  - 5 CH : dilué par  $(10^2)^5 = 10^{10}$
  - 9 CH : dilué par  $(10^2)^9 = 10^{18}$
  - 30 CH : dilué par  $(10^2)^{30} = 10^{60}$
- Rappel : 1 mol contient  $6 \times 10^{23} \approx 10^{24}$  molécules
  - Dans 50 mg (poids d'un granulé), il y a environ  $10^{20}$  molécules ( $M \approx 500 \text{ g.mol}^{-1}$ )
  - 9 CH équivaut à **environ 100 molécules / granulé**
  - 15 CH équivaut à environ  $10^{-10}$  molécule → **1 chance / 10 milliards d'en trouver une**
  - 30 CH équivaut à environ  $10^{-40}$  molécule → **1 chance /  $10^{40}$  = 10000 milliards de milliards de milliards d'en trouver une**



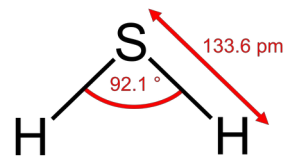
# Les travaux de Masaru Emoto

A étudié les effets que la pensée et les émotions auraient sur l'eau



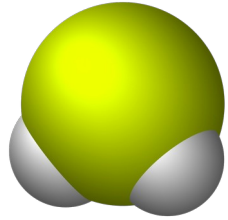
- 2006, il publie avec Dean Radin dans le journal « Explore: The Journal of Science and Healing » une étude randomisée en double aveugle sur deux mille sujets japonais
  - Qui mettrait en évidence leur capacité d'influencer, par la pensée, la structure de cristaux d'eau, situés en Californie.
- Critiques des procédures expérimentales :
  - échantillons trop petits
  - pas de choix en aveugle des différents échantillons
  - description des expériences trop imprécises pour une réplique
  - nombreux biais cognitifs

# Le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S)

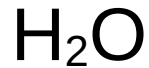


## S en-dessous de O

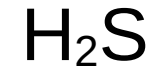
- même configuration électronique externe
  - Même nombre de liaisons
- Atome **plus gros**
  - S moins électronégatif que O
  - **Pas de liaisons hydrogène**



Hydrogène 1 <b>H</b> 1,007975						Hélium 2 <b>He</b> 4,002602	
Lithium 3 <b>Li</b> 6,9395	Béryllium 4 <b>Be</b> 9,0121831	Bore 5 <b>B</b> 10,8135	Carbone 6 <b>C</b> 12,0106	Azote 7 <b>N</b> 14,006855	Oxygène 8 <b>O</b> 15,99940	Fluor 9 <b>F</b> 18,99840316	Néon 10 <b>Ne</b> 20,1797 (6)
Sodium 11 <b>Na</b> 22,98976928	Magnésium 12 <b>Mg</b> 24,3055	Aluminium 13 <b>Al</b> 26,9815385	Silicium 14 <b>Si</b> 28,085 (1)	Phosphore 15 <b>P</b> 30,97376200	Soufre 16 <b>S</b> 32,0675	Chlore 17 <b>Cl</b> 35,4515	Argon 18 <b>Ar</b> 39,948 (1)



- Liquide à T<sub>p</sub> ambiante, T<sub>p</sub> ébullition = 100°C
- H<sub>2</sub>O inodore
- Indispensable à la vie



- Gazeux à T<sub>p</sub> ambiante, T<sub>p</sub> ébullition = - 61°C
- H<sub>2</sub>S forte odeur (œuf pourri)
- Irritant à 100 ppm, mortel à 1000



# Pour approfondir

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau>

<http://www.astrosurf.com/luxorion/eau-intro-molecule2.htm>

[https://water.lsbu.ac.uk/water/water\\_structure\\_science.html](https://water.lsbu.ac.uk/water/water_structure_science.html)