

## L'EAU : UNE MOLECULE FACETIEUSE

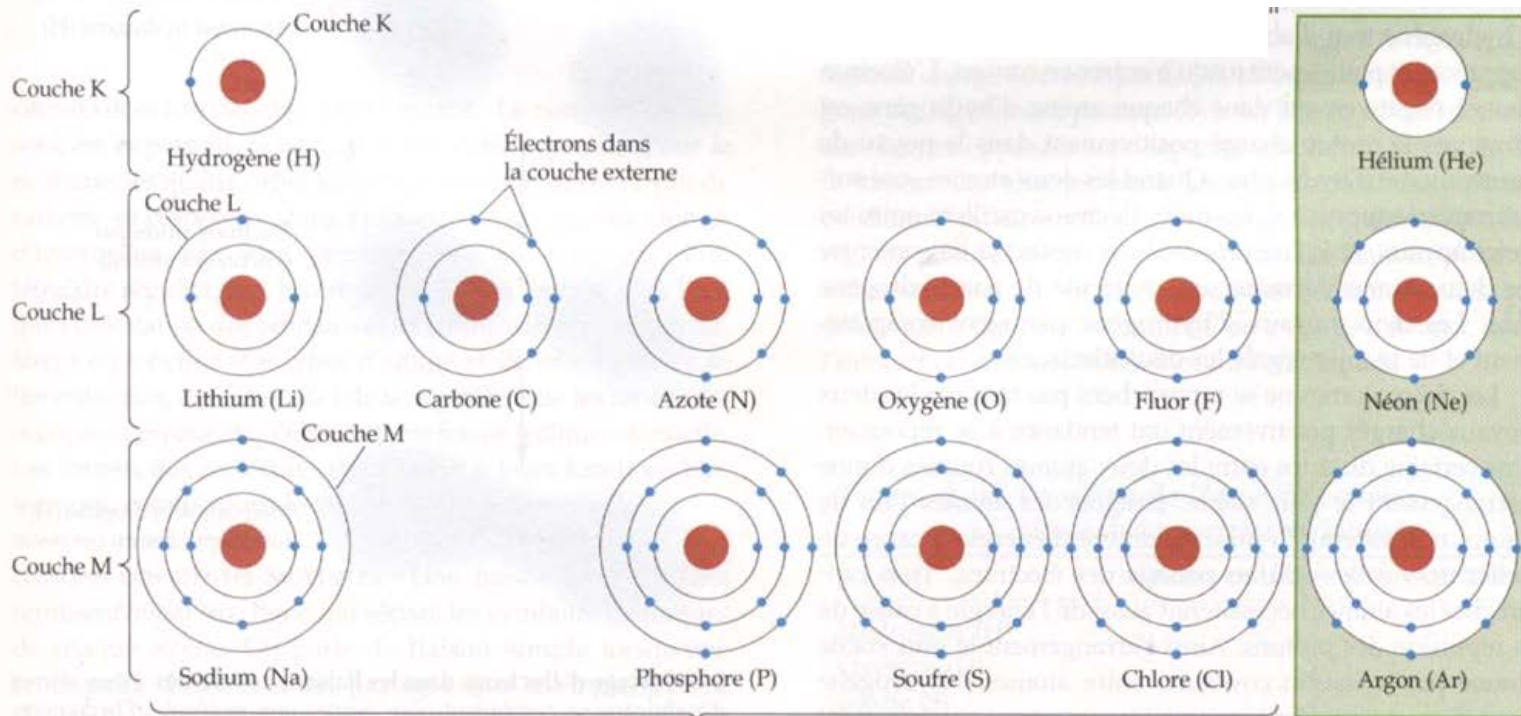


**R. JEROME – ULg**  
Colloque SRSL – 03/12/2010

# PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

														17	18																		
														(VIIA)	(VIII A)																		
1 <b>H</b> 1.0079	2 <b>He</b> 4.00260												13	14	15	16	17	18															
(IA)	(IIA)												(IIIA)	(IVA)	(VA)	(VIA)	(VIIA)	(VIII A)															
3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.01218											5 <b>B</b> 10.81	6 <b>C</b> 12.011	7 <b>N</b> 14.0067	8 <b>O</b> 15.9994	9 <b>F</b> 18.998403	10 <b>Ne</b> 20.179																
11 <b>Na</b> 22.98977	12 <b>Mg</b> 24.305	3 <b>Al</b> (IIIB)	4 <b>Si</b> (IVB)	5 <b>P</b> (VB)	6 <b>S</b> (VIB)	7 <b>Cl</b> (VIIB)	8 <b>Ar</b> (VIII)	9 <b>K</b> (IB)	10 <b>Ca</b> (IIB)	11 <b>Sc</b>	12 <b>Ti</b>	13 <b>V</b>	14 <b>Cr</b>	15 <b>Mn</b>	16 <b>Fe</b>	17 <b>Co</b>	18 <b>Ni</b>	19 <b>Cu</b>	20 <b>Zn</b>	21 <b>Ga</b>	22 <b>Ge</b>	23 <b>As</b>	24 <b>Se</b>	25 <b>Br</b>	26 <b>Kr</b>								
19 <b>K</b> 39.0983	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.9559	22 <b>Ti</b> 47.88	23 <b>V</b> 50.9415	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.9380	26 <b>Fe</b> 55.847	27 <b>Co</b> 58.9332	28 <b>Ni</b> 58.69	29 <b>Cu</b> 63.546	30 <b>Zn</b> 65.38	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.59	33 <b>As</b> 74.9216	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.904	36 <b>Kr</b> 83.80	37 <b>Rb</b> 85.4678	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.9059	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.9064	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.9055							
55 <b>Cs</b> 132.9054	56 <b>Ba</b> 137.33	57 <b>*La</b> 138.9055	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.9479	74 <b>W</b> 183.85	75 <b>Re</b> 186.207	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.22	78 <b>Pt</b> 195.08	79 <b>Au</b> 196.9665	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.383	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 208.9804	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> 226.0254	89 <b>*Ac</b> 227.0278	104 <b>Unq</b> (261)	105 <b>Unp</b> (262)	106 <b>Unh</b> (263)	107 <b>Uns</b> —	108 <b>Uno</b> —	109 <b>Une</b> —							
																				metals ← ————— → nonmetals													
																				* Lanthanoid Series													
																				63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.9254	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.9304	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.9342	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.967					
																				* Actinoid Series													
																				90 <b>Th</b> 232.0381	91 <b>Pa</b> 231.0359	92 <b>U</b> 238.0289	93 <b>Np</b> 237.0482	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (260)

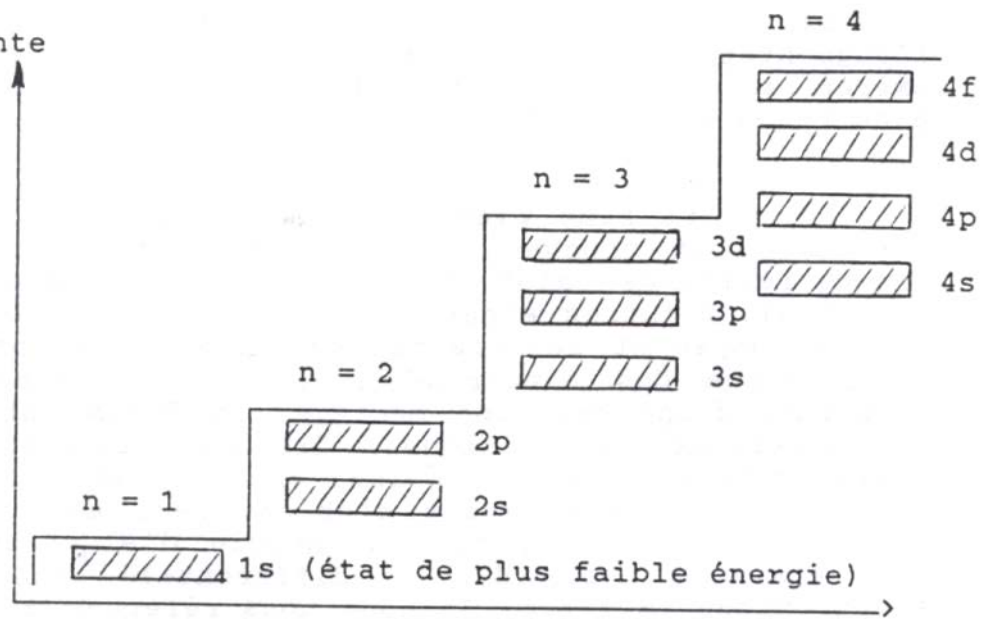
Note: Atomic weights shown here are 1979 IUPAC values.



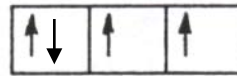
Les éléments, dont les couches externes ne sont pas complètes, sont chimiquement réactifs.

Les éléments avec des couches externes complètes sont inertes.

Energie  
croissante



2s



2p

## STRUCTURE MOLECULAIRE

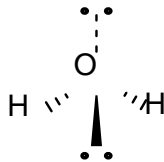
La monovalence de l'hydrogène et la bivalence de l'oxygène imposent une structure moléculaire triatomique

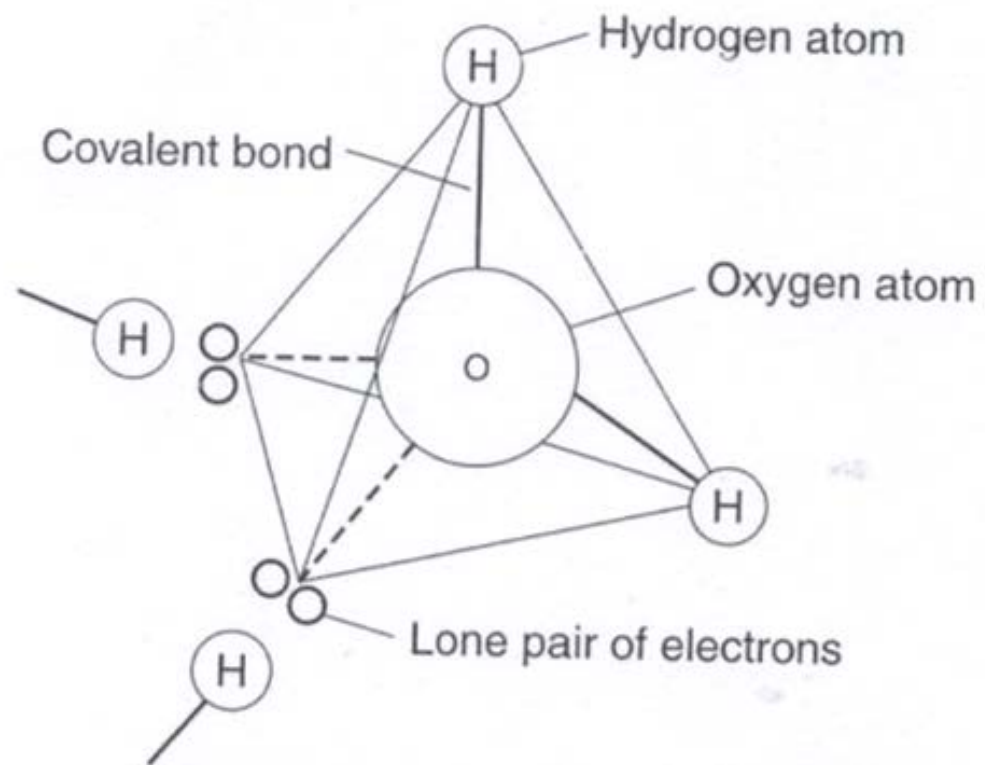


La molécule est-elle linéaire ou coudée ?



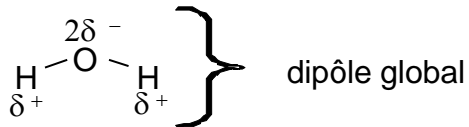
C'est une structure tétraédrique qui assure la plus grande stabilité



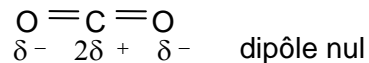


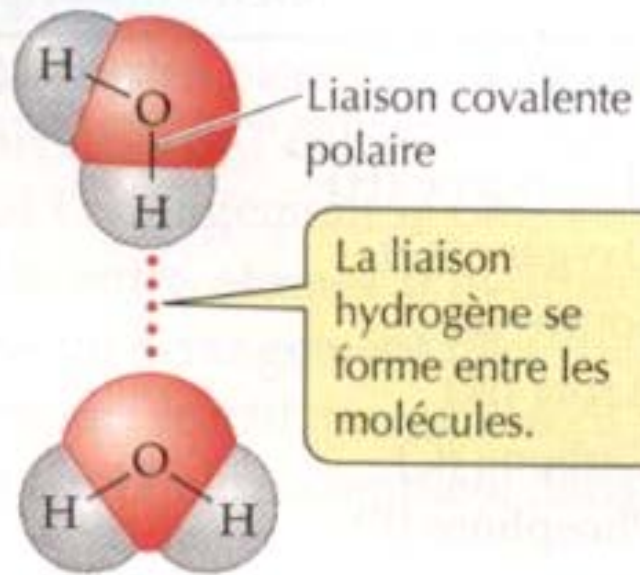
## H<sub>2</sub>O : UNE MOLECULE POLAIRE

Conséquence de la plus grande électronégativité de l'oxygène (3.5) par rapport à l'hydrogène (2.1) et de la structure non linéaire de la molécule

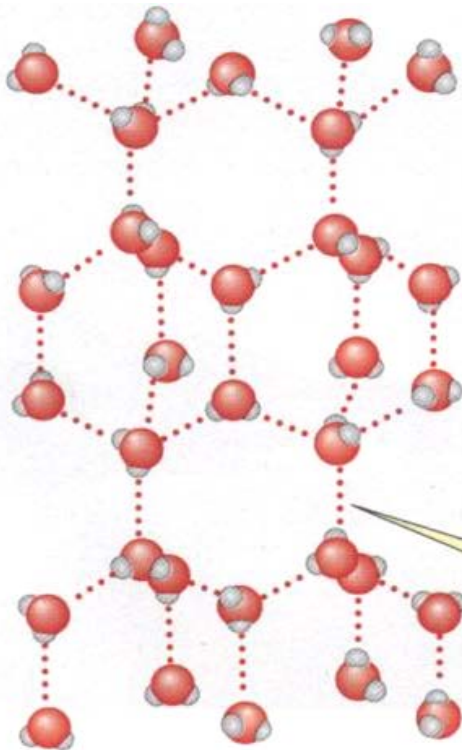


En dépit de la polarité de ses liaisons, la molécule de CO<sub>2</sub> est apolaire en conséquence de sa linéarité

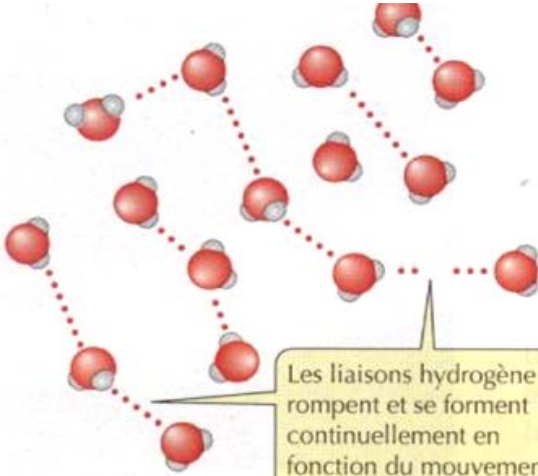








Dans la glace, les molécules sont maintenues de façon rigide par des liaisons hydrogène.



Les liaisons hydrogène se rompent et se forment continuellement en fonction du mouvement des molécules d'eau.

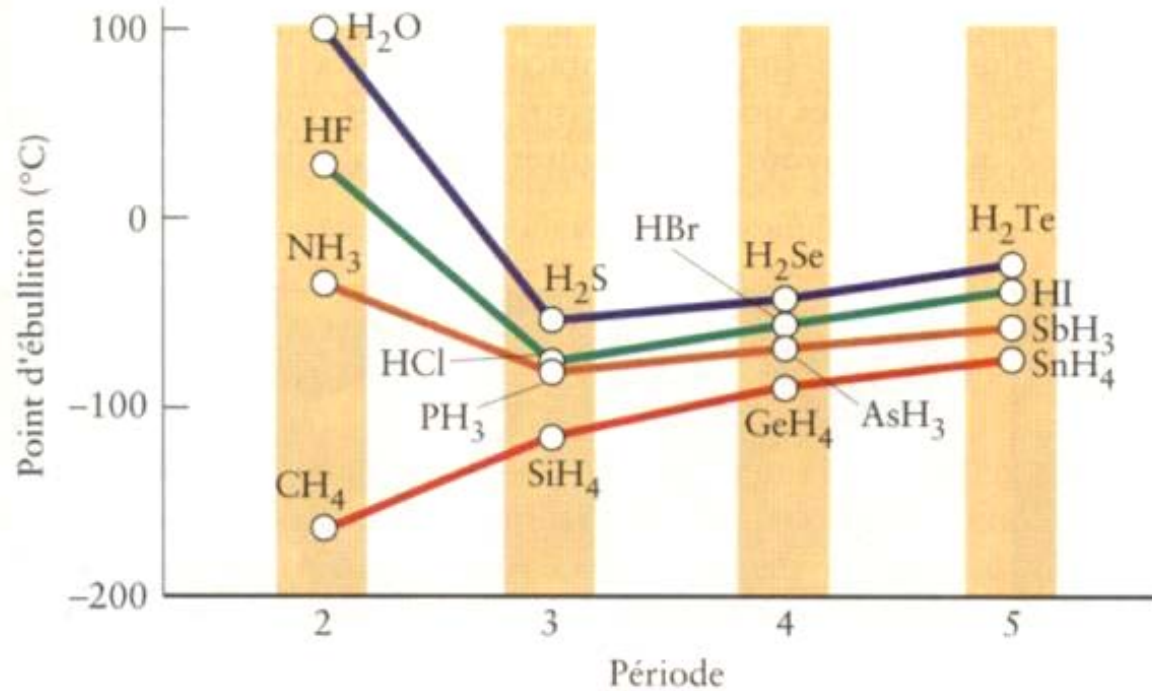
## Impact des liaisons H sur l'état de la matière

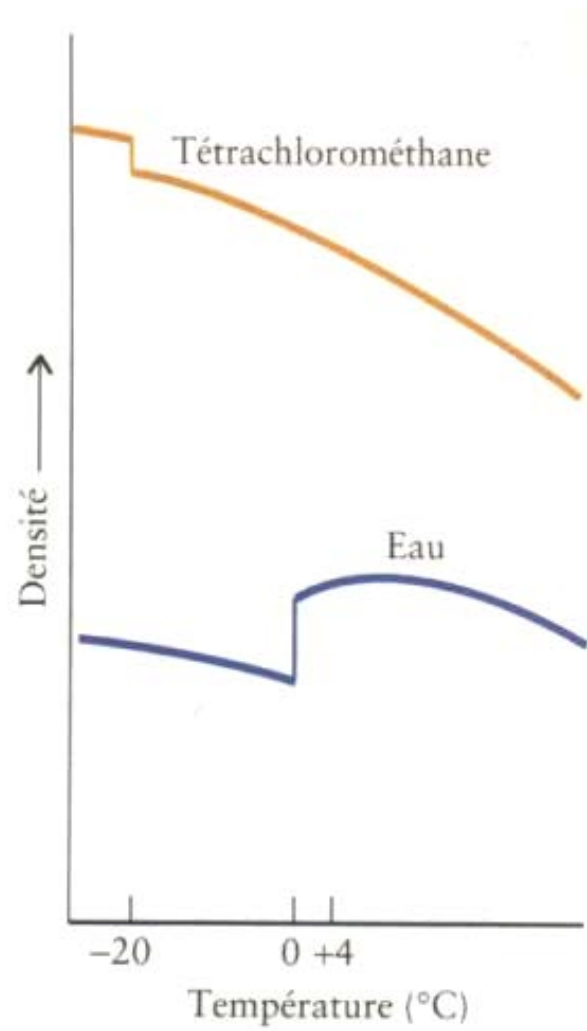
	$T_{\text{fus.}}$	$T_{\text{éb.}}$
H-O-H	0°C	100°C
H <sub>3</sub> C-O-H	-94°C	65°C
H <sub>3</sub> C-O-CH <sub>3</sub>	-138°C	-24°C

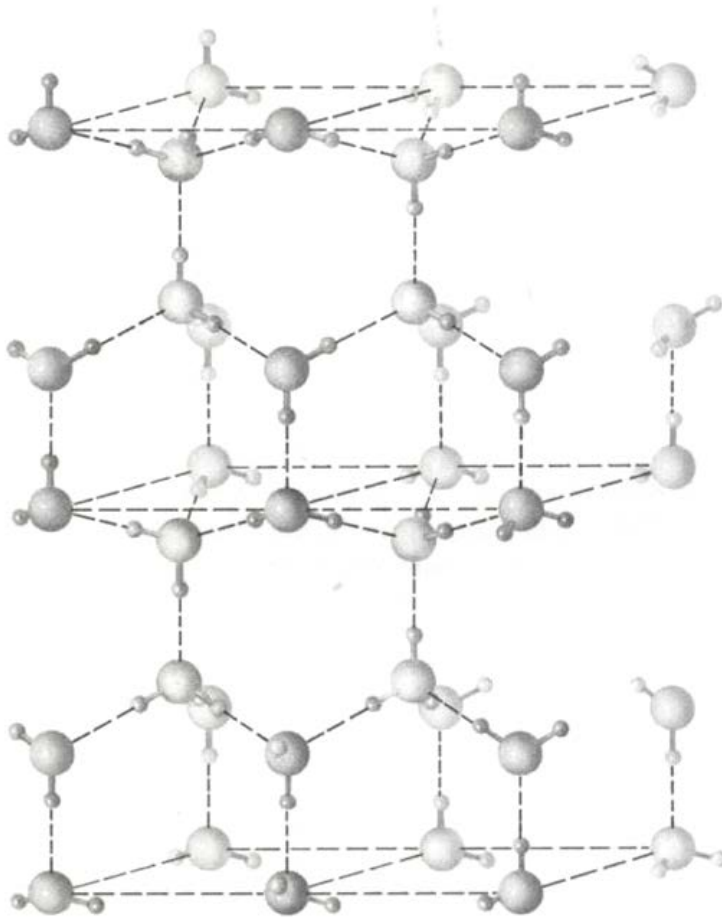
# PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

1 (IA)										17 18 (VIIA) (VIIIA)																																																																						
2 (IIA)												13 (IIIA)		14 (IVA)		15 (VA)		16 (VIA)		1	2																																																											
1 <b>H</b> 1.0079	2 <b>He</b> 4.00260	3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.01218	5 <b>B</b> 10.81	6 <b>C</b> 12.011	7 <b>N</b> 14.0067	8 <b>O</b> 15.9994	9 <b>F</b> 18.998403	10 <b>Ne</b> 20.179	11 <b>Na</b> 22.98977	12 <b>Mg</b> 24.305	13 <b>Al</b> 26.98154	14 <b>Si</b> 28.0855	15 <b>P</b> 30.97376	16 <b>S</b> 32.06	17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948	19 <b>K</b> 39.0983	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.9559	22 <b>Ti</b> 47.88	23 <b>V</b> 50.9415	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.9380	26 <b>Fe</b> 55.847	27 <b>Co</b> 58.9332	28 <b>Ni</b> 58.69	29 <b>Cu</b> 63.546	30 <b>Zn</b> 65.38	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.59	33 <b>As</b> 74.9216	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.904	36 <b>Kr</b> 83.80	37 <b>Rb</b> 85.4678	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.9059	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.9064	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.9055	46 <b>Pd</b> 106.42	47 <b>Ag</b> 107.868	48 <b>Cd</b> 112.41	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.69	51 <b>Sb</b> 121.75	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.9045	54 <b>Xe</b> 131.29	55 <b>Cs</b> 132.9054	56 <b>Ba</b> 137.33	57 <b>*La</b> 138.9055	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.9479	74 <b>W</b> 183.85	75 <b>Re</b> 186.207	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.22	78 <b>Pt</b> 195.08	79 <b>Au</b> 196.9665	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.383	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 208.9804	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> 226.0254	89 <b>*Ac</b> 227.0278	104 <b>Unq</b> (261)	105 <b>Unp</b> (262)	106 <b>Unh</b> (263)	107 <b>Uns</b> —	108 <b>Uno</b> —	109 <b>Une</b> —
																				metals ←	→ nonmetals																																																											
* Lanthanoid Series																																																																																
58 <b>Ce</b> 140.12	59 <b>Pr</b> 140.9077	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.36	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.9254	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.9304	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.9342	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.967																																																																			
* Actinoid Series																																																																																
90 <b>Th</b> 232.0381	91 <b>Pa</b> 231.0359	92 <b>U</b> 238.0289	93 <b>Np</b> 237.0482	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (260)																																																																			

Note: Atomic weights shown here are 1979 IUPAC values.







A small part of a crystal of ice. The molecules above are shown with approximately their correct size (relative to the interatomic distances). Note hydrogen bonds, and the open structure that gives ice its low density. The molecules are indicated diagrammatically as small spheres for oxygen atoms and still smaller spheres for hydrogen atoms.







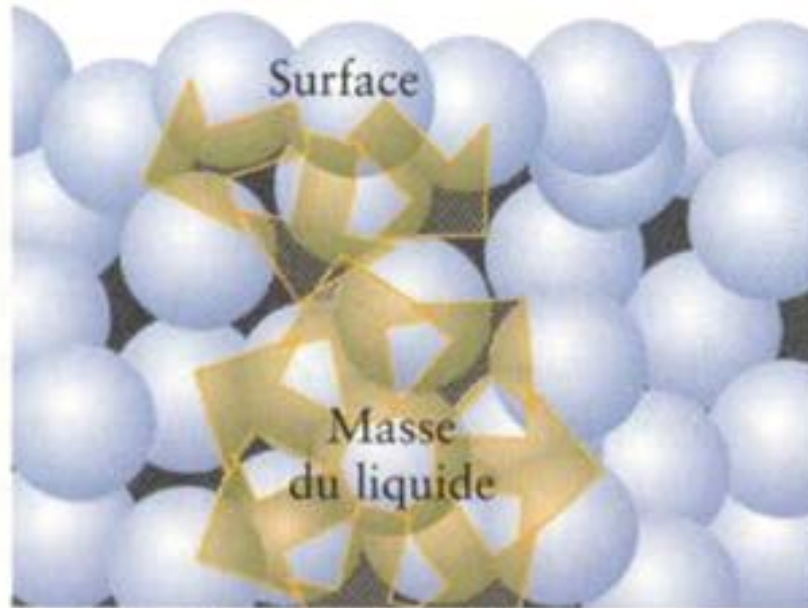
## Quelques grandeurs thermodynamiques

	$\Delta H_{\text{fus.}}$ (kJ/mole)	$\Delta H_{\text{évap.}}$ (kJ/mole)
Ar	1,11	6,5
CH <sub>4</sub>	0,94	8,2
H <sub>2</sub> O	6,01	40,7

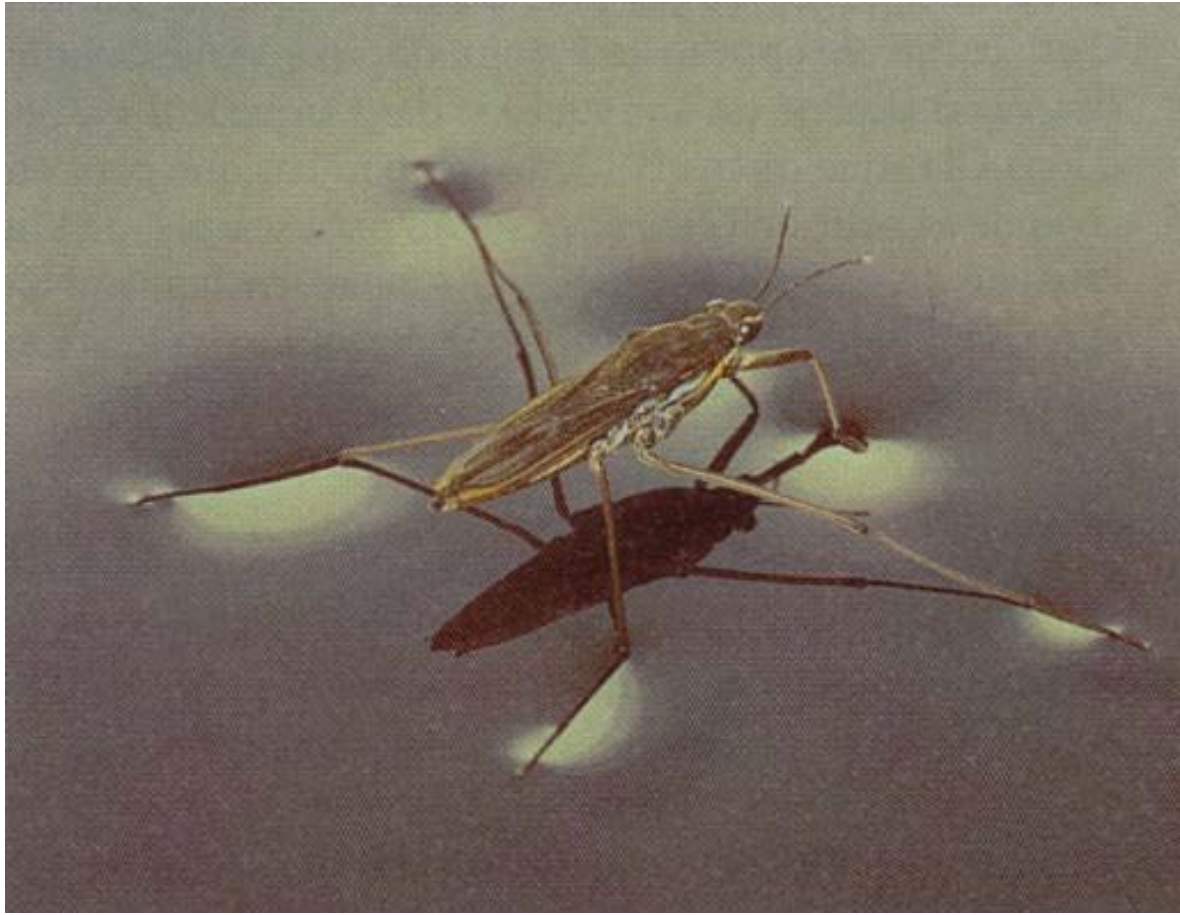
- Effet régulateur des changements de température :  
aux alentours de 0°C et ... au-delà.
- Effet de modération et d'uniformisation des températures  
à l'échelle de la planète et ... des organismes vivants.

## SPECIFIC HEAT

Water	{	liquid	1.00	Glass	0.20
		solid	0.50	Sugar	0.30
		gas	0.3-0.5	Ammonia, liquid	1.23
Lead			0.08	Chloroform	0.24
Iron			0.10	Hydrogen	3.4
Quartz			0.19	Alcohol	0.5-0.7
Salt			0.21	Hexane	0.50
Marble			0.22		



La tension superficielle provient des forces d'attraction qui agissent sur les molécules de la surface. Une molécule située à l'intérieur du liquide subit des forces dans toutes les directions, mais une molécule de la surface subit une force résultante dirigée vers l'intérieur du liquide.



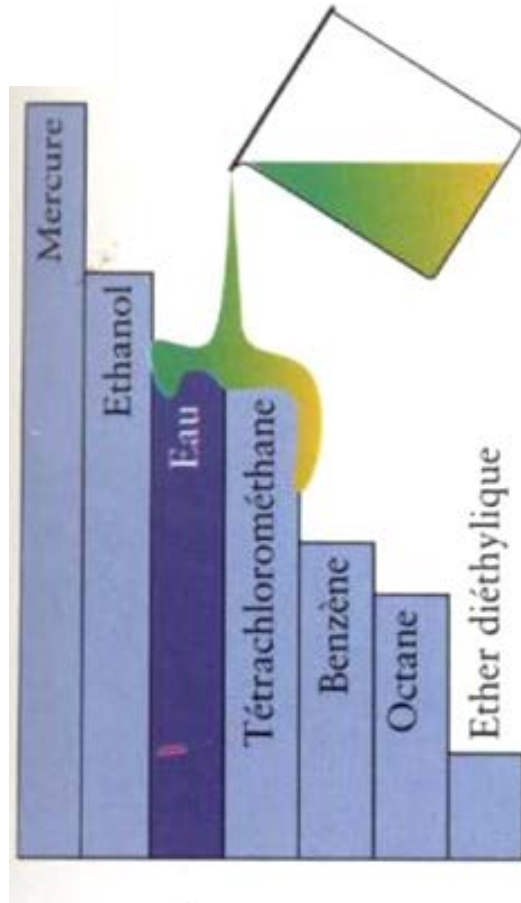


La forme presque sphérique de ces perles d'eau sur la surface cireuse d'une feuille provient des effets de la tension superficielle. Les perles sont légèrement aplaties par la force de gravité.



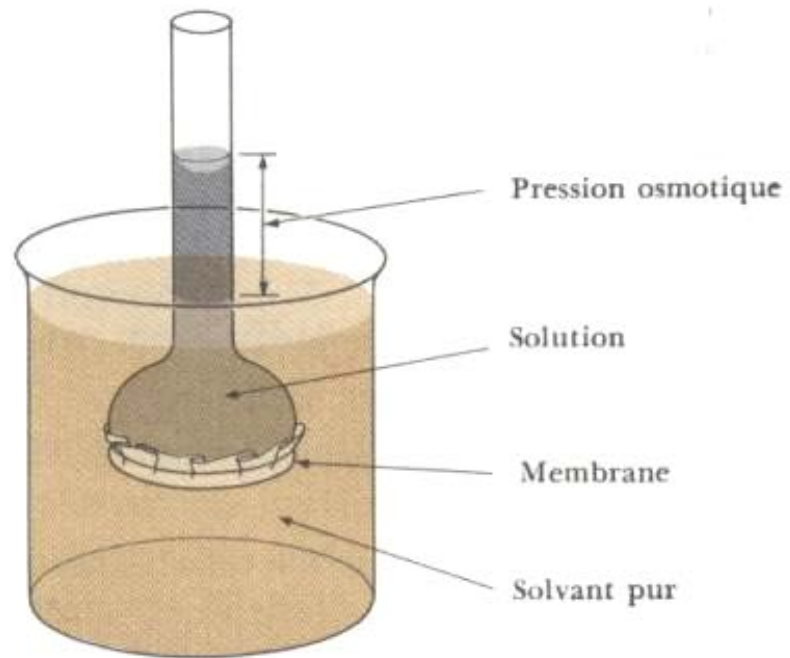
Si les forces d'adhésion entre le liquide et le verre sont plus fortes que les forces de cohésion du liquide, celui-ci présente le ménisque représenté ici pour l'eau dans du verre (à gauche). Lorsque les forces de cohésion sont plus fortes que les forces d'adhésion (c'est le cas du mercure dans le verre), la surface est convexe (à droite).

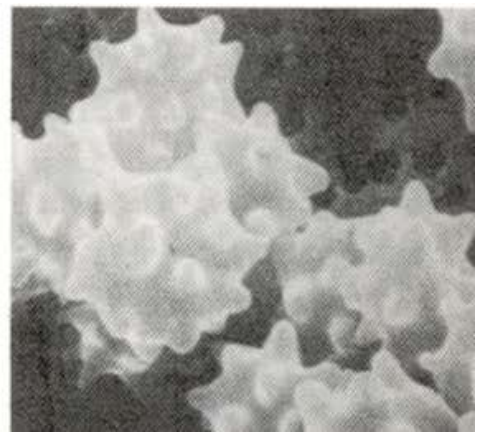
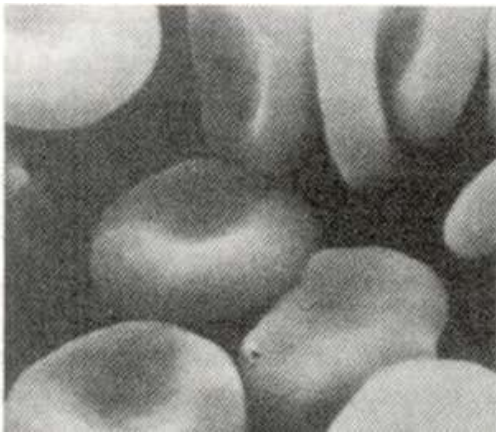
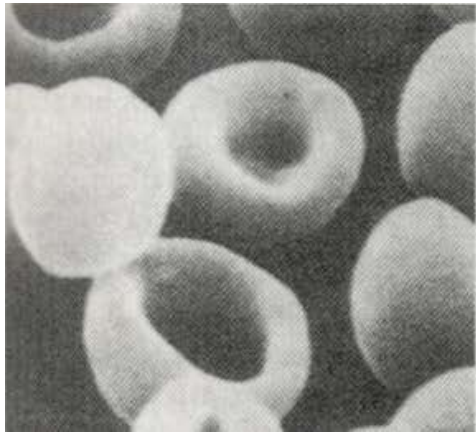


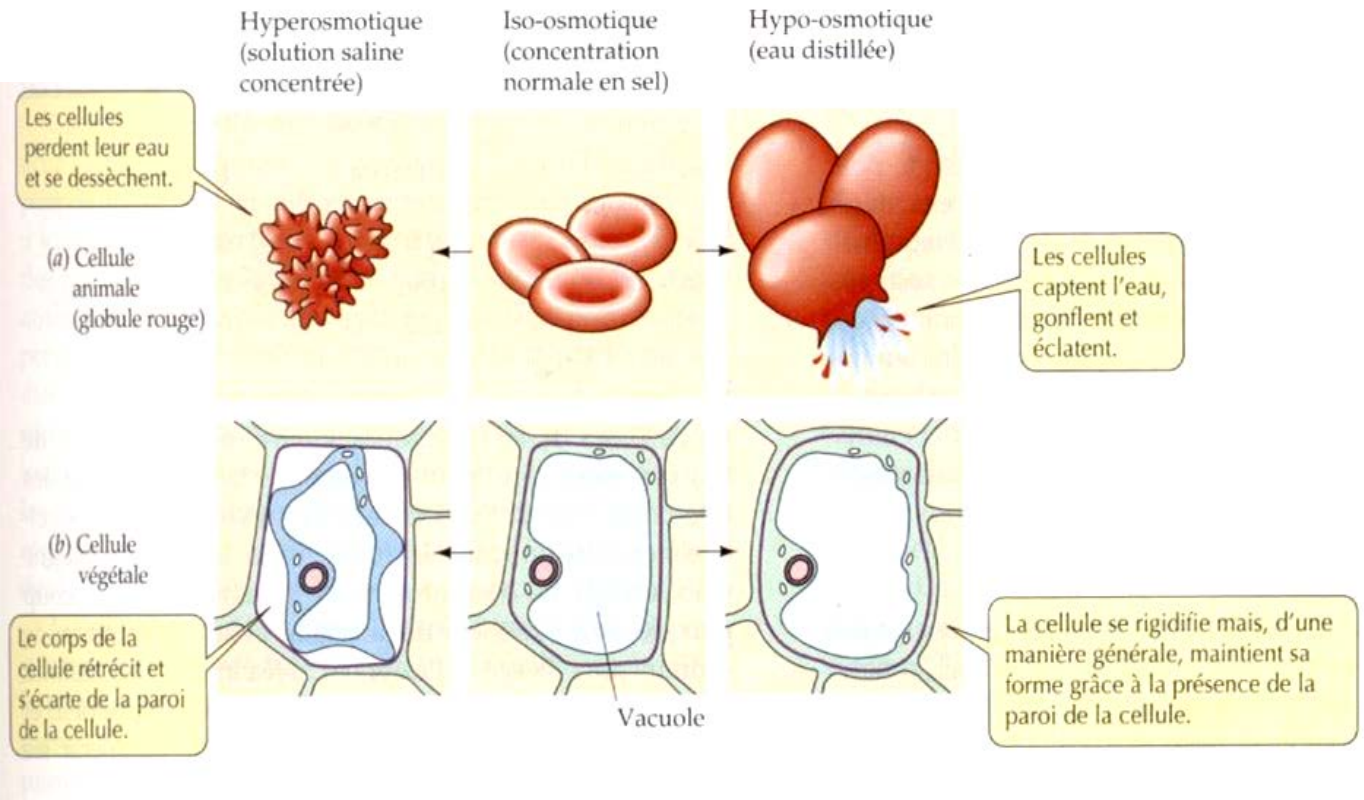


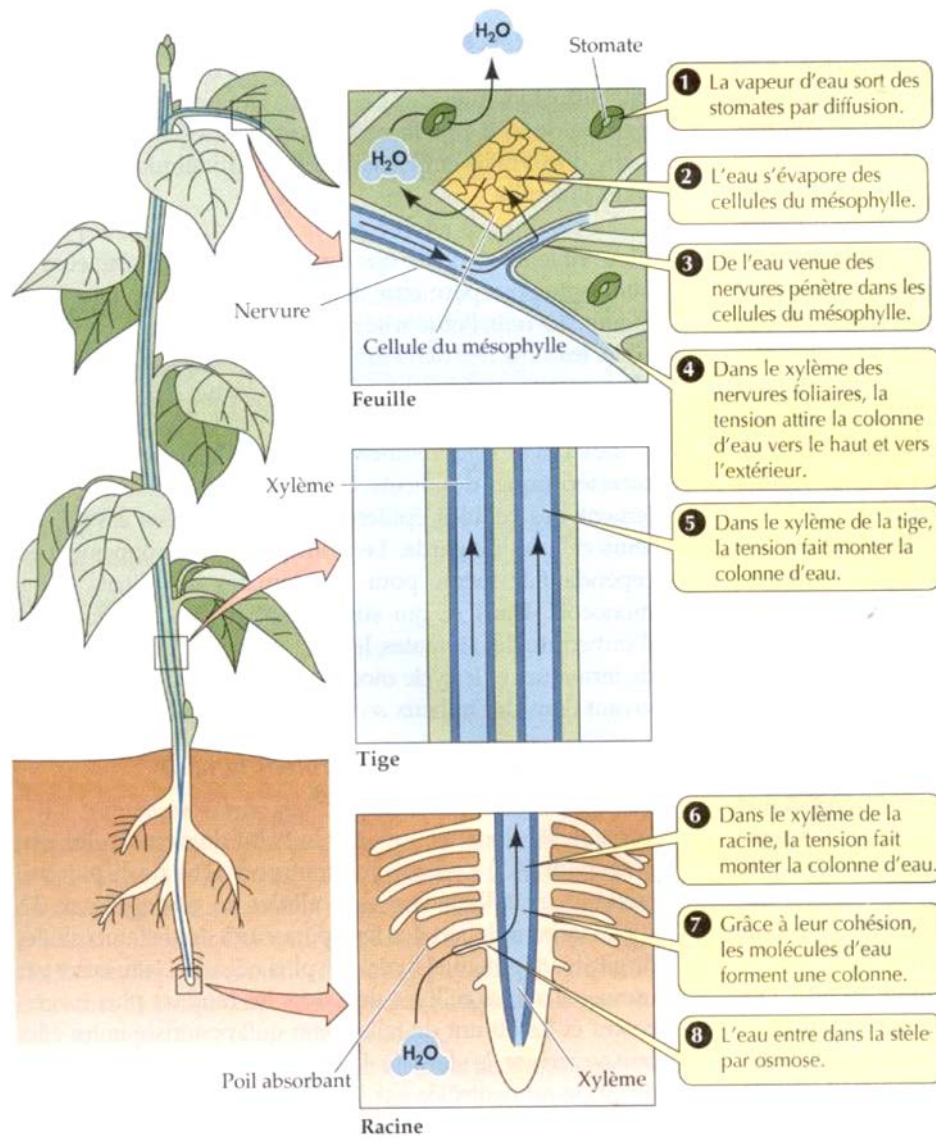
Viscosités relatives de plusieurs liquides, comparées à celle de l'eau. Les liquides constitués de molécules qui ne peuvent pas former des liaisons hydrogène sont en général moins visqueux que ceux qui forment des liaisons hydrogène. Le mercure est une exception : ses atomes adhèrent les uns aux autres par une sorte de liaison métallique, et sa viscosité est relativement élevée.

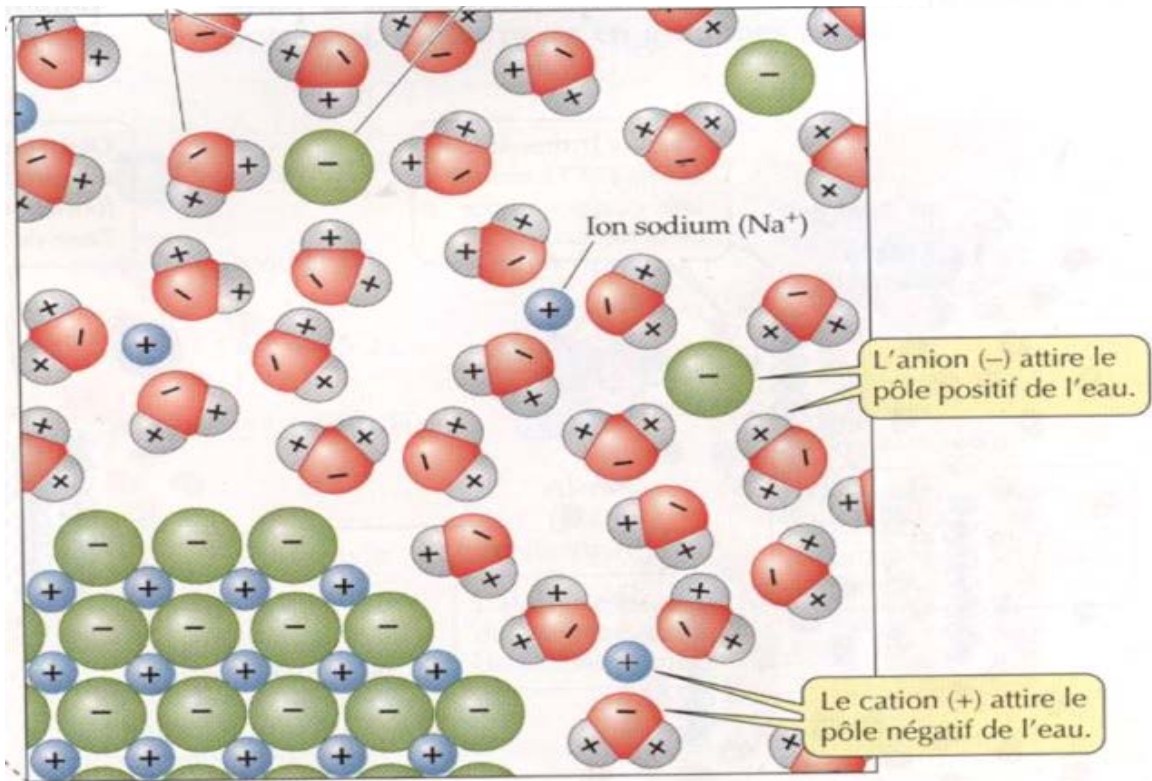




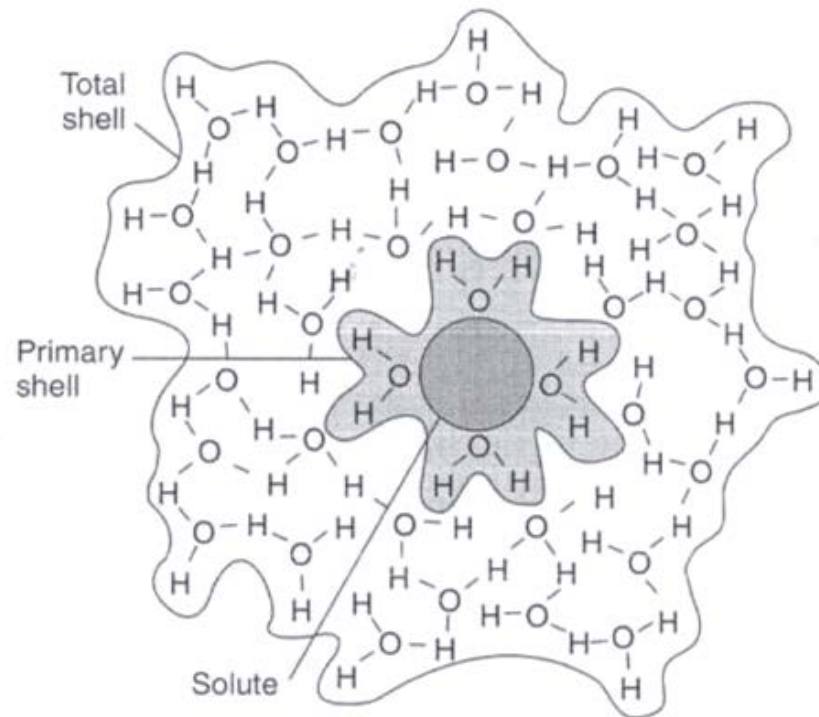




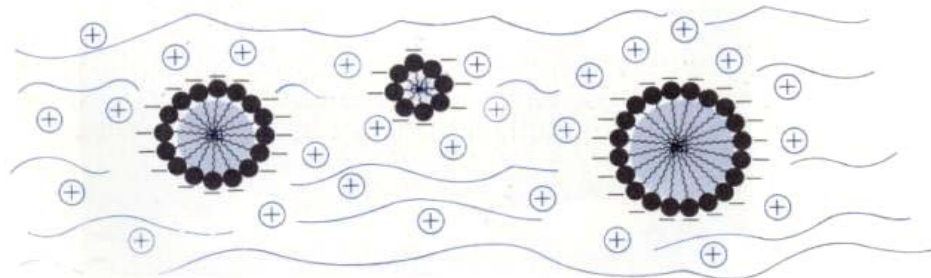
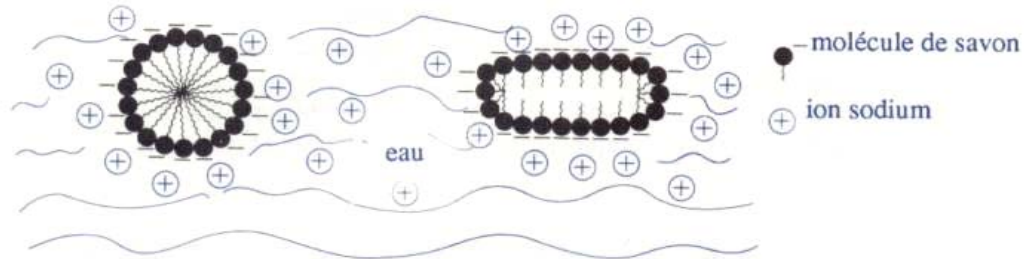
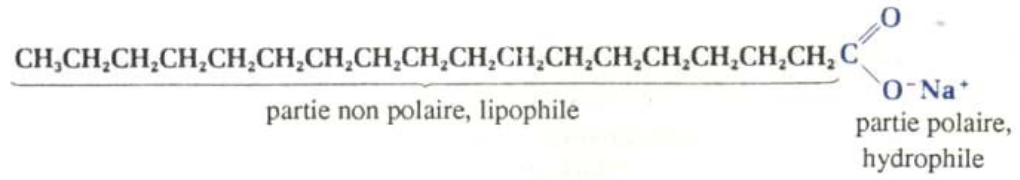




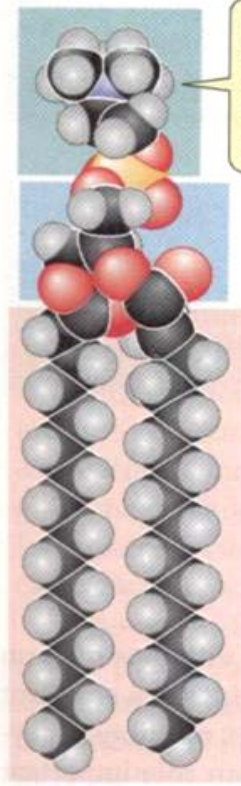
Chlorure de sodium non dissous



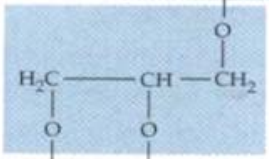
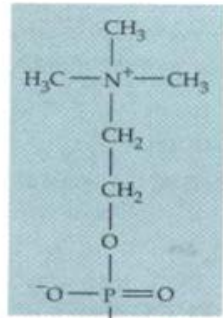
This diagram illustrates the primary and total hydration shells surrounding an ionic, or electrically charged solute. In this case, a positively charged solute (e.g. a sodium ion in seawater) attracts the negatively charged oxygen atoms of surrounding water molecules in the liquid network is greatest within the primary shell and diminishes as a function of distance from the hydrated ion. Theoretically, the total hydration shell includes all water molecules in the network that are affected by the solute.



# Phosphatidylcholine

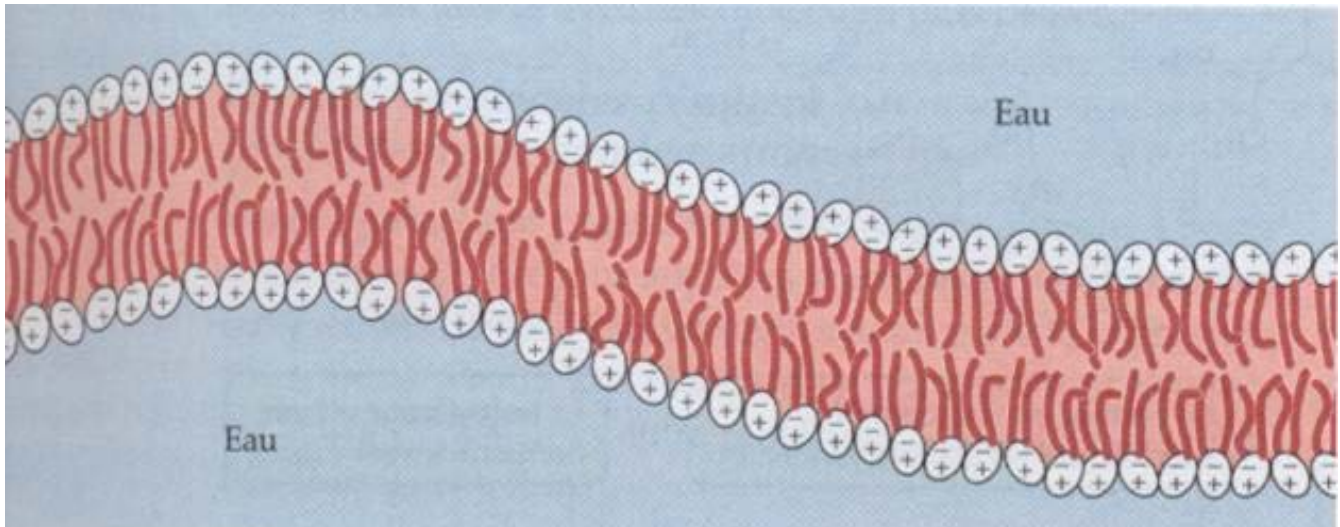


La « tête » hydrophile est attirée vers l'eau qui est polaire.



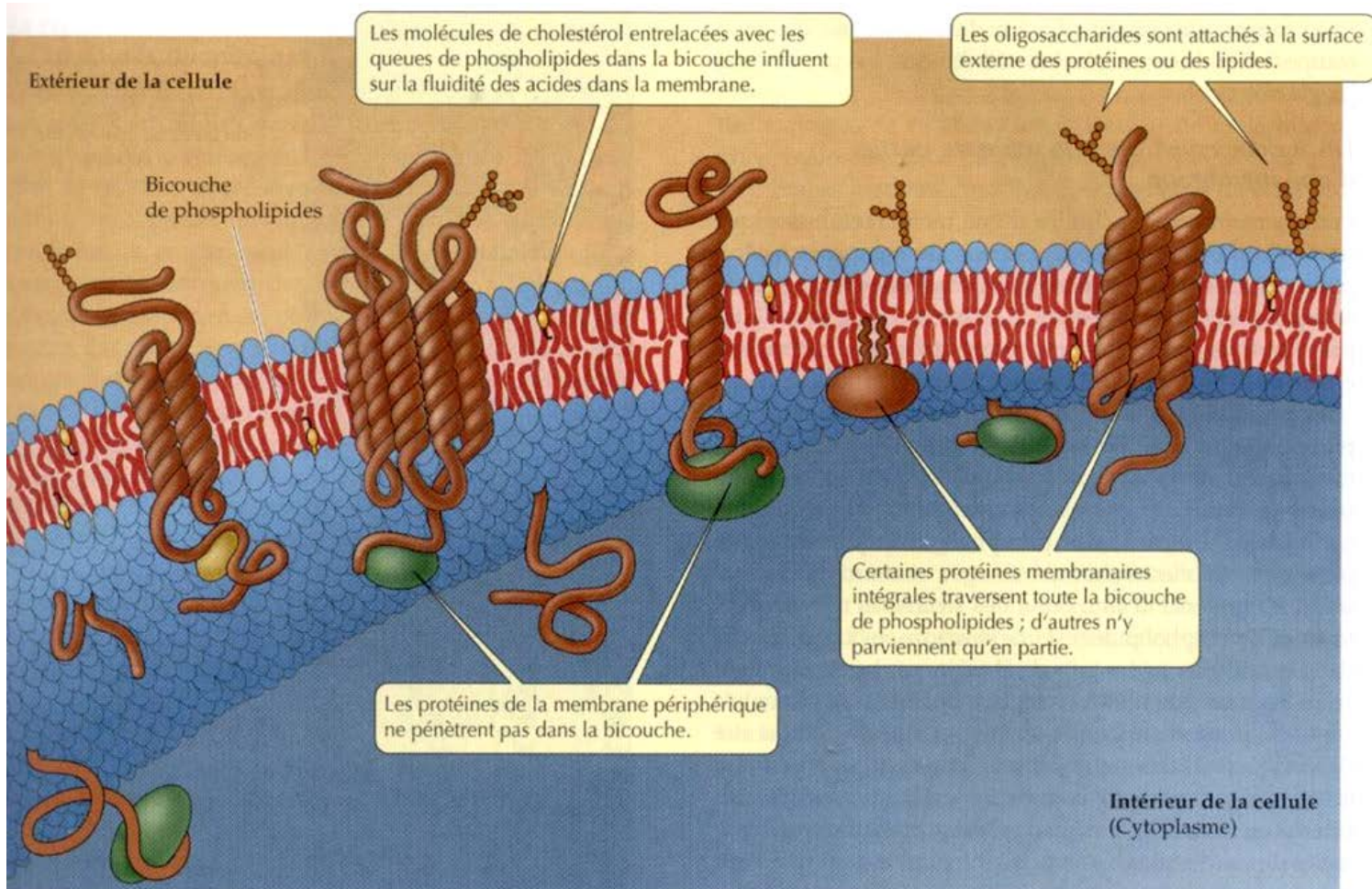
Les « queues » hydrophobes ne sont pas attirées vers l'eau.





Section droite d'une vésicule





Latitude	Continental Climate	Marine Climate	Difference
<i>Degrees</i>	<i>Degrees</i>	<i>Degrees</i>	<i>Degrees</i>
0	34.6	26.1	-8.5
10	33.5	25.8	-8.2
20	30.0	22.7	-7.3
30	24.1	18.8	-5.3
40	15.7	13.4	-2.3
50	5.0	7.1	2.1
60	-7.7	0.3	8.0
70	-19.0	-5.2	13.8
80	-24.9	-8.2	16.7
90	-26.1	-8.7	17.4

## THERMAL CONDUCTIVITY

Temperature	Density of Water	Expansion from 4°
		<i>Per cent</i>
0	0.99987	0.013
1	0.99993	0.007
2	0.99997	0.003
3	0.99999	0.001
4	1.00000	0.000
5	0.99999	0.001
6	0.99997	0.008
7	0.99993	0.007
8	0.99988	0.0012
9	0.99981	0.019
10	0.99973	0.027
20	0.99824	0.176
30	0.99567	0.44
40	0.99233	0.77
50	0.98813	1.19
100	0.95934	4.07

## TABLE OF SURFACE TENSIONS

Water	75
Carbonic acid	1.8
Ammonia	41.8
Mercury	436
Benzene	28.8
Methyl alcohol	23
Ethyl alcohol	22
Ether	16.5
Glycerine	65
Acetone	23
Formic acid	37.1
Acetic acid	23.5
chloroform	26