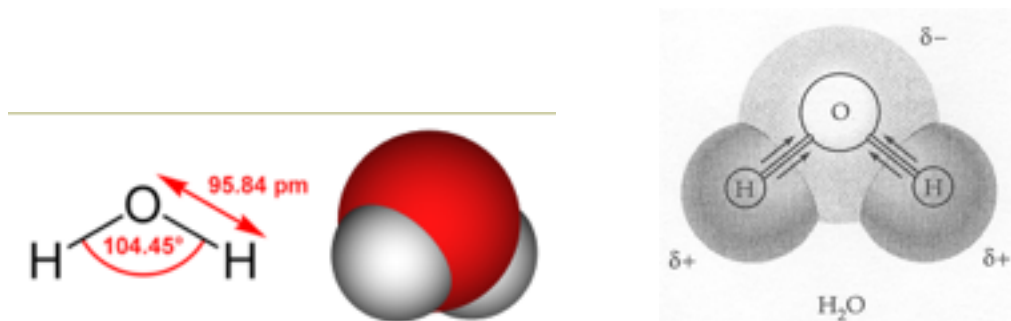


1. LA MOLECULE D'EAU

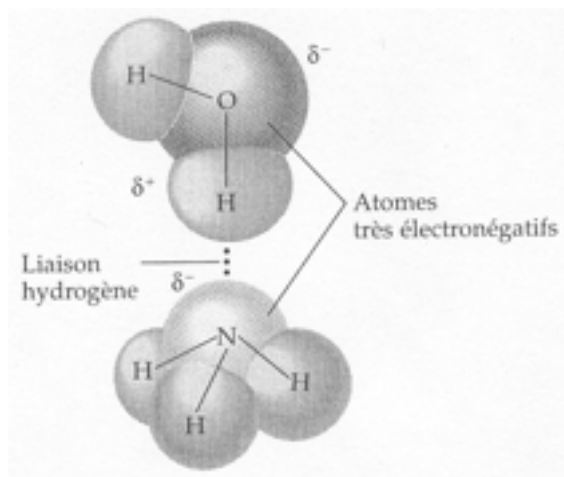
Dans la molécule d'eau, l'oxygène, beaucoup plus électronégatif que l'hydrogène, attire vers lui les électrons mis en commun dans la liaison. La liaison covalente O-H est **polarisée**.

Cette répartition inégale des électrons confère à l'oxygène une charge partielle négative et à l'hydrogène une charge partielle positive. La lettre grecque delta (δ) indique la présence d'une charge partielle. La molécule d'eau est **polaire**.



La **liaison hydrogène** se forme lorsqu'un atome d'hydrogène déjà lié par covalence à un atome électronégatif subit l'attraction d'un autre atome électronégatif.

C'est une liaison intermoléculaire, qui est environ 20 fois plus faible (plus facile à briser) que la liaison covalente.



2. SOLUBILISATION

21. SUBSTANCES SOLUBLES

On qualifie d'hydrophiles les substances solubles dans l'eau :

les **composés ioniques**, et les **molécules polaires** comme le glucose ou le saccharose (qui est le sucre alimentaire). Des molécules organiques portant des groupes fonctionnels polaires comme les alcools à chaîne courte sont également très solubles dans l'eau.

Une solution aqueuse est un mélange homogène d'au moins deux substances : l'eau (= solvant, en gros excès) + composés hydrophiles (= soluté).

Les solutions paraissent homogènes au microscope, et le soluté ne peut pas être séparé par filtration.

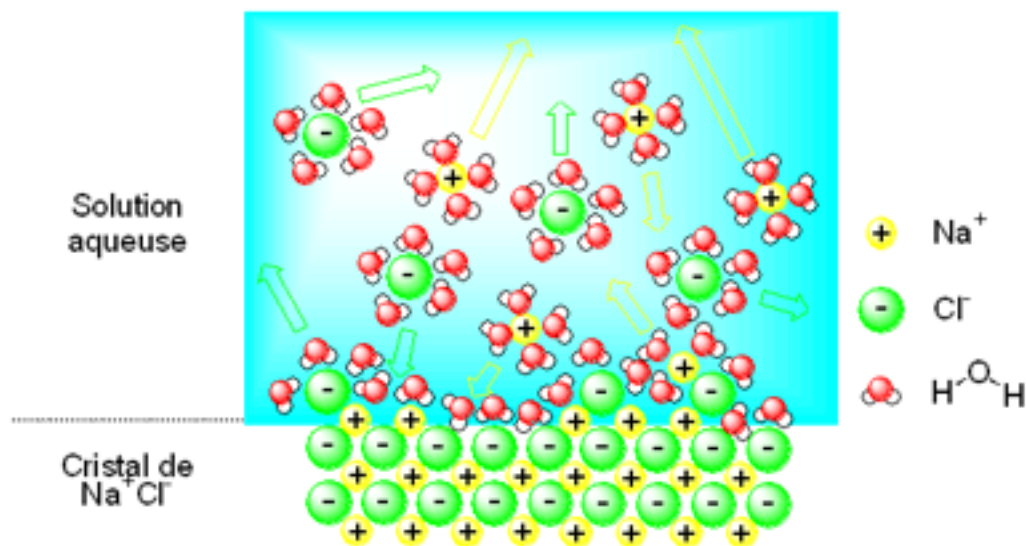
Dissolution d'un solide moléculaire, le saccharose «sucre» : $C_{11}H_{22}O_{11} \text{ (solide)} \rightarrow C_{11}H_{22}O_{11} \text{ (dissous)}$

22. DISSOLUTION DES SOLIDES IONIQUES

1 – Dispersion des ions par dislocation du réseau cristallin

2 – Solvatation (= hydratation) par interaction ion-dipôle. D'autant plus forte que l'ion est petit et chargé.

Les ions se retrouvent entourés de molécules d'eau, ce qui diminue leur interaction et les éloigne l'un de l'autre.



Réaction de dissolution d'un solide ionique (= électrolyte) : $A_aB_b \text{ (s)} \rightarrow a A \text{ (aq)} + b B \text{ (aq)}$

Ex : dissolution du carbonate de calcium (calcaire) : $CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + CO_3^{2-}$

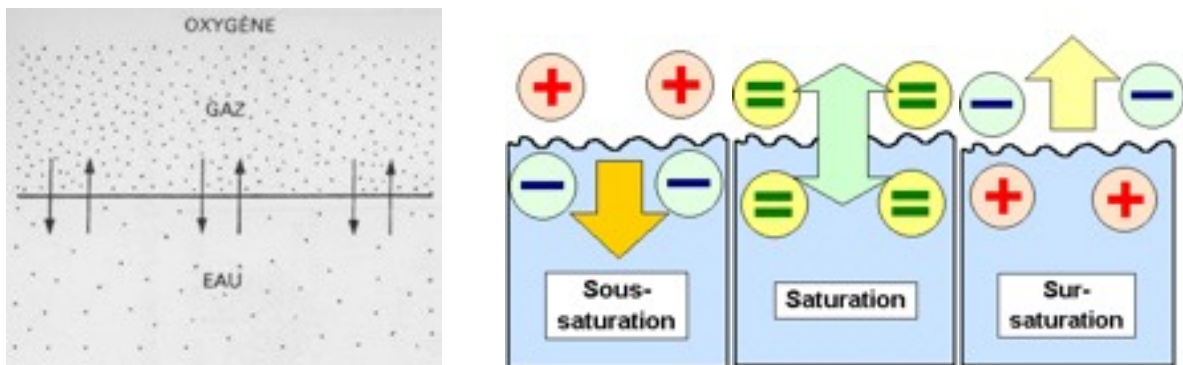
3. DISSOLUTION DES GAZ

31. GAZ DISSOUS

311. Diffusion

La solubilité est l'aptitude d'un gaz se de dissoudre.

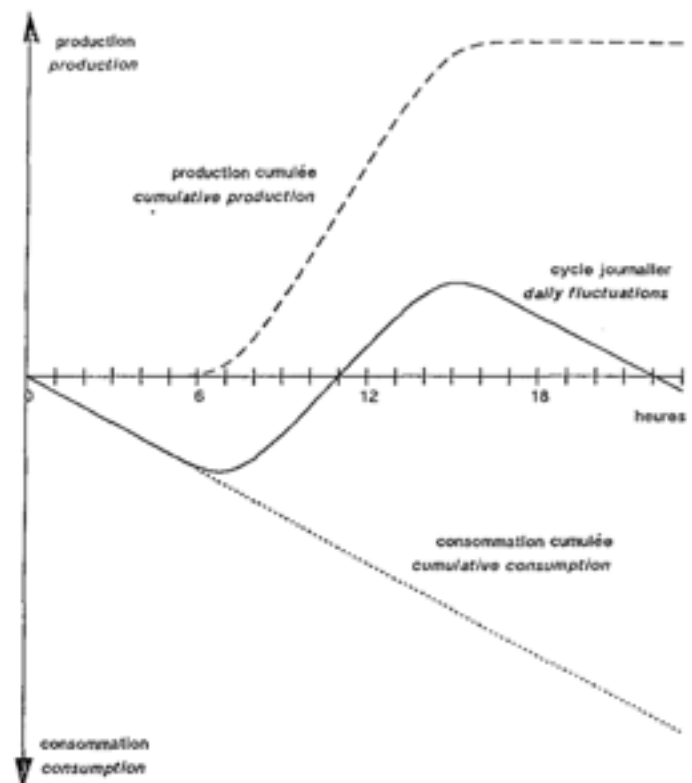
A l'équilibre, la concentration en O₂ est différente selon le milieu où l'on se situe. Ceci est du à la solubilité de l'O₂ qui est différente entre l'eau et l'air.



312. Variations de la teneur en O₂ dissous

Un animal respirant dans l'eau a peu d'O₂ à sa disposition : en milieu aquatique, les consommations d'O₂ doivent être faibles. Le fait que le CO₂ soit très soluble et que les poissons soient obligés de brasser beaucoup d'eau pour peu d'O₂ donne un sang artériel très pauvre en CO₂ ; la régulation du pH plasmatique est donc différente de celle des animaux à respiration aérienne.

Décomposition schématique du cycle journalier (= cycle nyctéméral) de l'oxygène dissous en bassin →



32. LOI DE HENRY

321. Solubilité C_s

La solubilité d'un gaz dans l'eau se calcule en exprimant que, lorsque la solution est saturée, il y a égalité des potentiels chimiques du corps pur concerné dans la phase aqueuse et dans la solution.

Si le gaz est assimilable à un gaz parfait, et si la solution obtenue est diluée et assimilable à une solution parfaite, on a, à l'équilibre, la **solubilité massique à saturation** :

$$C_s = H \times p_{gaz}$$

C_s : Concentration en gaz dissous dans la solution à l'équilibre (g.L⁻¹)

p_{gaz} : Pression partielle de gaz dans l'air (Pa)

$$p(\text{O}_2) = 21 \% P_{\text{atm}} \quad p(\text{CO}_2) = 0,03 \% P_{\text{atm}} \quad p(\text{N}_2) = 79 \% P_{\text{atm}}$$

H : Constante de Henry, fonction du gaz et de la température ($\text{g.L}^{-1}.\text{Pa}^{-1}$), donnée dans des tables.

322. Taux de saturation en gaz

$$T_s = \frac{[\text{O}_2]_{\text{mesuré}}}{C_s} \times 100$$

La concentration à saturation C_s est donnée par des tables (table de Truesdale) ou des formules empiriques.

Si $T_s > 100 \%$, l'eau est sursaturée en gaz. Si $T_s < 100 \%$, l'eau est sous-saturée.

323. Paramètres influençant la solubilité

La teneur en gaz dissous dépend de nombreux paramètres :

- La nature du gaz (polaire ou non). Ex : $H(\text{CO}_2) = 32 \times H(\text{O}_2)$.
Les gaz toxiques NH_3 et H_2S sont énormément solubles dans l'eau : il est difficile de les chasser de l'eau.
- la vitesse de dilution du gaz
- la température T ou θ : si $\theta \nearrow$, $H \searrow$ donc $C_s \searrow$
- la salinité S : si $S \nearrow$, $C_s \searrow$
- l'altitude h : si $h \nearrow$, $P \searrow$ donc $C_s \searrow$
- la profondeur z dans l'eau : si $z \nearrow$, $P \nearrow$ donc $C_s \nearrow$
pression P sous z mètres d'eau = pression hydrostatique : $P = \rho g z$
 P : pression due à l'eau (Pa) ; ρ : masse volumique de l'eau (kg.m^{-3}) ; g : accélération de la pesanteur ($= 9,81 \text{ kg.N}^{-1}$) ; z : profondeur (m)

Dans l'eau à pression atmosphérique normale, la concentration à saturation en oxygène dissous est calculable par la formule suivante :

$$C_s = \frac{475 - 2,65 \times S}{33,5 + \theta}$$

C_s : concentration en O_2 à l'équilibre (mg.L^{-1}) ; S : salinité en g de sel par L ; θ : température en $^\circ\text{C}$

Ex : Sources pétrifiantes

Sous une hauteur de calcaire h , l'eau est à la pression $p_{\text{totale}} = p_{\text{atm}} + \rho g h$; cette pression diminue brutalement à la sortie à l'air libre (p_{atm}) : $C_s \searrow \Rightarrow$ dégazage CO_2 , H_2S ...
 \Rightarrow $\text{pH} \nearrow \Rightarrow$ précipitation des carbonates : formation de tuf.



TABLE DE TRUESDALE
Solubilité de l'oxygène dans l'eau (en mg/l) à pression normale (760 mm de Hg).

Température °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,16	14,12	14,08	14,04	14,00	13,97	13,93	13,89	13,85	13,81
1	13,77	13,74	13,70	13,66	13,63	13,59	13,55	13,51	13,48	13,44
2	13,40	13,37	13,33	13,30	13,26	13,22	13,19	13,15	13,12	13,08
3	13,05	13,01	12,98	12,94	12,91	12,87	12,84	12,81	12,77	12,74
4	12,70	12,67	12,64	12,60	12,57	12,54	12,51	12,47	12,44	12,41
5	12,37	12,34	12,31	12,28	12,25	12,22	12,18	12,15	12,12	12,09
6	12,06	12,03	12,00	11,97	11,94	11,91	11,88	11,85	11,82	11,79
7	11,76	11,73	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58	11,55	11,52	11,50
8	11,47	11,44	11,41	11,38	11,36	11,33	11,30	11,27	11,25	11,22
9	11,19	11,16	11,14	11,11	11,08	11,06	11,03	11,00	10,98	10,95
10	10,92	10,90	10,87	10,85	10,82	10,80	10,77	10,75	10,72	10,70
11	10,67	10,65	10,62	10,60	10,57	10,55	10,53	10,50	10,48	10,45
12	10,42	10,40	10,38	10,36	10,34	10,31	10,29	10,27	10,24	10,22
13	10,20	10,17	10,15	10,13	10,11	10,09	10,06	10,04	10,02	10,00
14	9,98	9,95	9,93	9,91	9,89	9,87	9,85	9,83	9,81	9,78
15	9,76	9,74	9,72	9,70	9,68	9,66	9,64	9,62	9,60	9,58
16	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46	9,45	9,43	9,41	9,39
17	9,37	9,35	9,33	9,31	9,30	9,28	9,26	9,24	9,22	9,20
18	9,18	9,17	9,15	9,13	9,12	9,10	9,08	9,06	9,04	9,03
19	9,01	8,99	8,98	8,96	8,94	8,93	8,91	8,89	8,88	8,86
20	8,84	8,83	8,81	8,79	8,78	7,76	8,75	8,73	8,71	8,70
21	8,68	8,67	8,65	8,64	8,62	8,61	8,59	8,58	8,56	8,55
22	8,53	8,52	8,50	8,49	8,47	8,46	8,44	8,43	8,41	8,40
23	8,38	8,37	8,36	8,34	8,33	8,32	8,30	8,29	8,27	8,26
24	8,25	8,23	8,22	8,21	8,19	8,18	8,17	8,15	8,14	8,13
25	8,11	8,10	8,09	8,07	8,06	8,05	8,04	8,02	8,01	8,00
26	7,99	7,97	7,96	7,95	7,94	7,92	7,91	7,90	7,89	7,88
27	7,86	7,85	7,84	7,83	7,82	7,81	7,79	7,78	7,77	7,76
28	7,75	7,74	7,72	7,71	7,70	7,69	7,68	7,67	7,66	7,65
29	7,64	7,62	7,61	7,60	7,59	7,58	7,57	7,56	7,55	7,54
30	7,53	7,52	7,51	7,50	7,48	7,47	7,46	7,45	7,44	7,43
31	7,42	7,41	7,40	7,39	7,38	7,37	7,36	7,35	7,34	7,33
32	7,32	7,31	7,30	7,29	7,28	7,27	7,26	7,25	7,24	7,23
33	7,22	7,21	7,20	7,20	7,19	7,18	7,17	7,16	7,15	7,14
34	7,13	7,12	7,11	7,10	7,09	7,08	7,07	7,06	7,05	7,05
35	7,04	7,03	7,02	7,01	7,00	6,99	6,98	6,97	6,96	6,95

E01.I. PRESSION ATMOSPHÉRIQUE NORMALE EN FONCTION DE L'ALTITUDE

Altitude [m]	Pression [Pa]	Altitude [m]	Pression [Pa]	Altitude [m]	Pression [Pa]	Altitude [m]	Pression [Pa]
0	101 325	700	93 194	1400	85 599	2100	78 515
100	100 129	800	92 076	1500	84 556	2200	77 541
200	98 945	900	90 970	1600	83 524	2300	76 580
300	97 773	1000	89 875	1700	82 501	2400	75 626
400	96 611	1100	88 790	1800	81 489	2500	74 684
500	95 461	1200	87 716	1900	80 487	2600	73 749
600	94 322	1300	86 652	2000	79 495	2800	71 910
700	93 194	1400	85 599	2100	78 515	3000	70 108