

Chapitre intro  
**Introduction à la biochimie**

Pr. Bertrand Toussaint

# Plan du cours

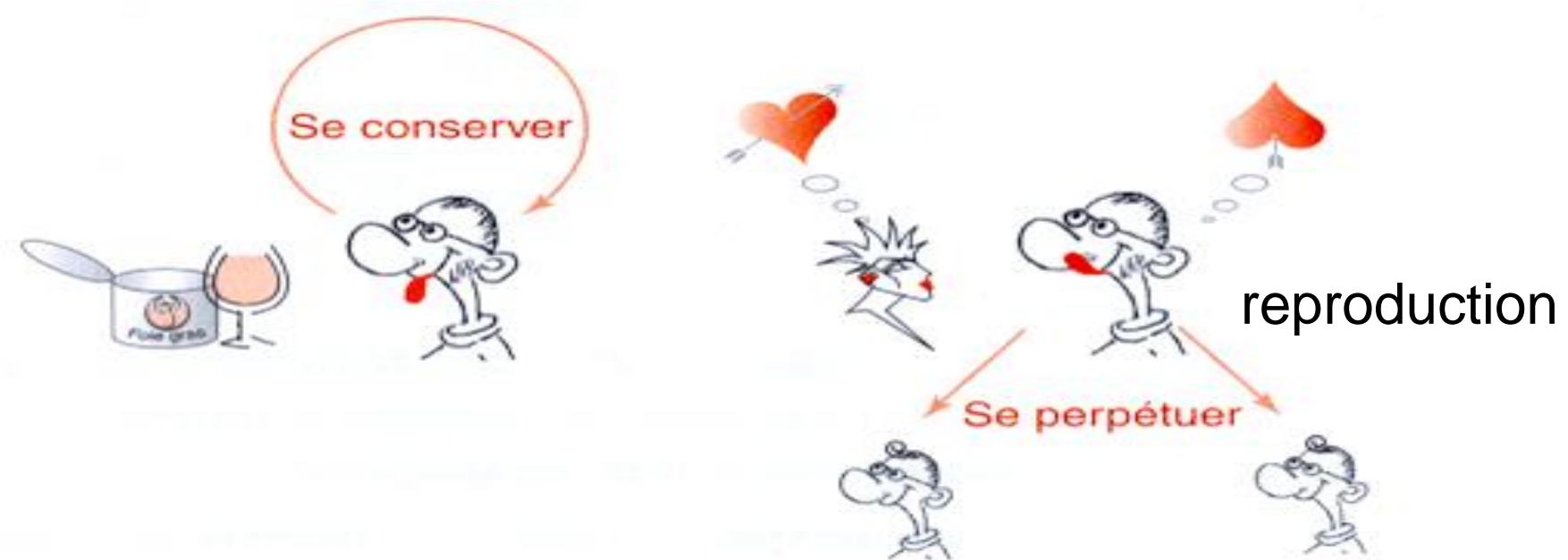
- Définition du vivant et unicité biochimique
- Origine des molécules du vivant
- Présentation des molécules du vivant et composition
- L'eau solvant de la vie
- Les interactions à faibles énergie

# Objectifs pédagogiques du cours

- Objectif 1 : comprendre l'origine de l'unicité biochimique
- Objectif 2 : La composition chimique des principales molécules du vivant
- Objectif 3 : L'eau est une molécule essentielle au vivant
- Objectif 4 : Les molécules du vivant interagissent entre-elles

# Définition(s) de la vie

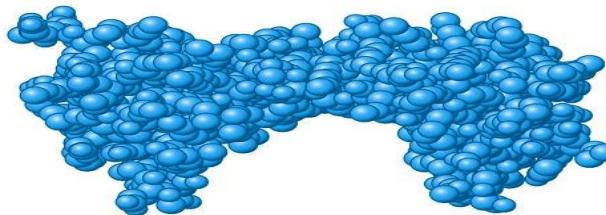
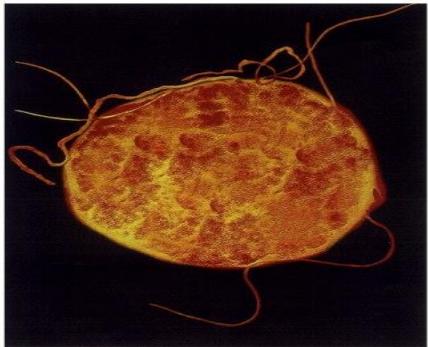
- « Un état organique caractérisé par la capacité de reproduction, de métabolisme et de réaction aux stimuli externes »



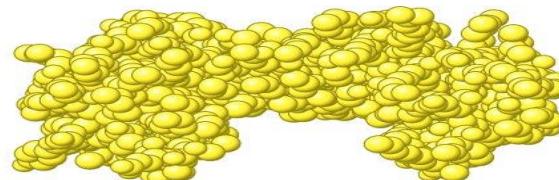
Organique  
Métabolisme  
Réaction aux stimuli

Objectifs : durée d'existence et préservation de l' information génétique

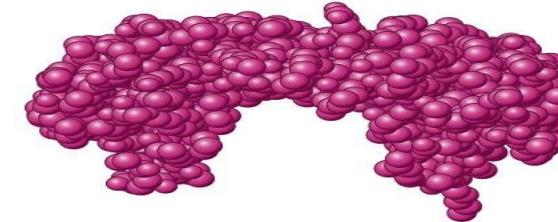
# Unicité biochimique de la vie



*Sulfolobus acidocaldarius*



*Arabidopsis thaliana*



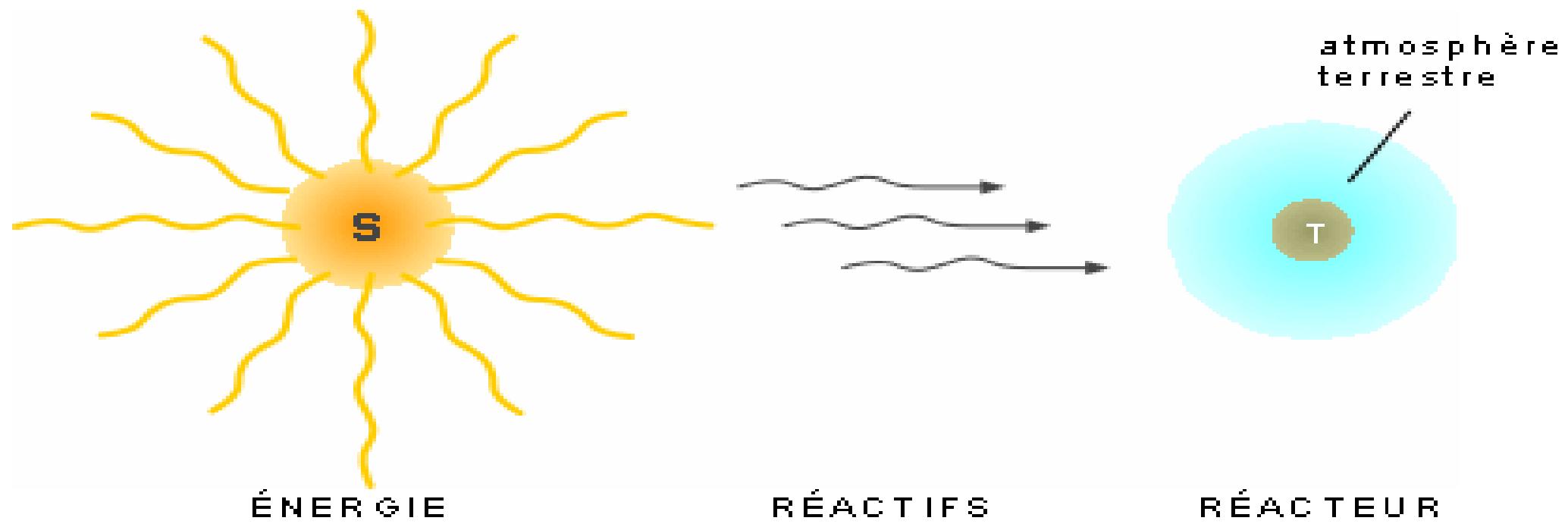
*Homo sapiens*

Figure 1-1  
*Biochemistry, Sixth Edition*  
© 2007 W. H. Freeman and Company

## -Cellule

- 60 à 90% d'eau : solvant de la vie
- Macromolécules : Protéines, lipides, polysaccharides
- Métabolites : petites molécules issues du métabolisme
- Réactions lentes catalysées par des enzymes
- ADN : acide désoxyribonucléique

# Théorie d' Oparine (1894-1980) et Haldane (1892-1964)

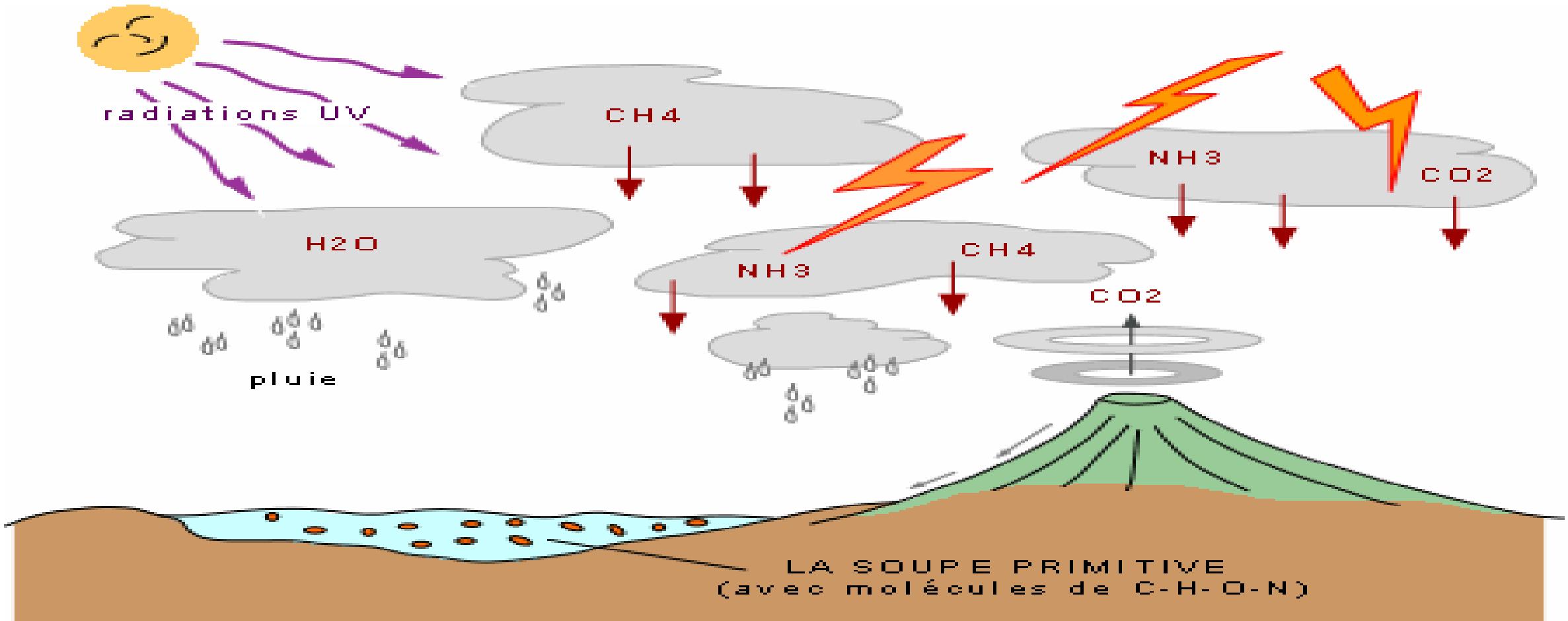


réaction chimique : les réactifs (des composés chimiques),

le réacteur (par exemple, un ballon, une fiole ou un bécher)

une source d'énergie (par exemple, la chaleur).

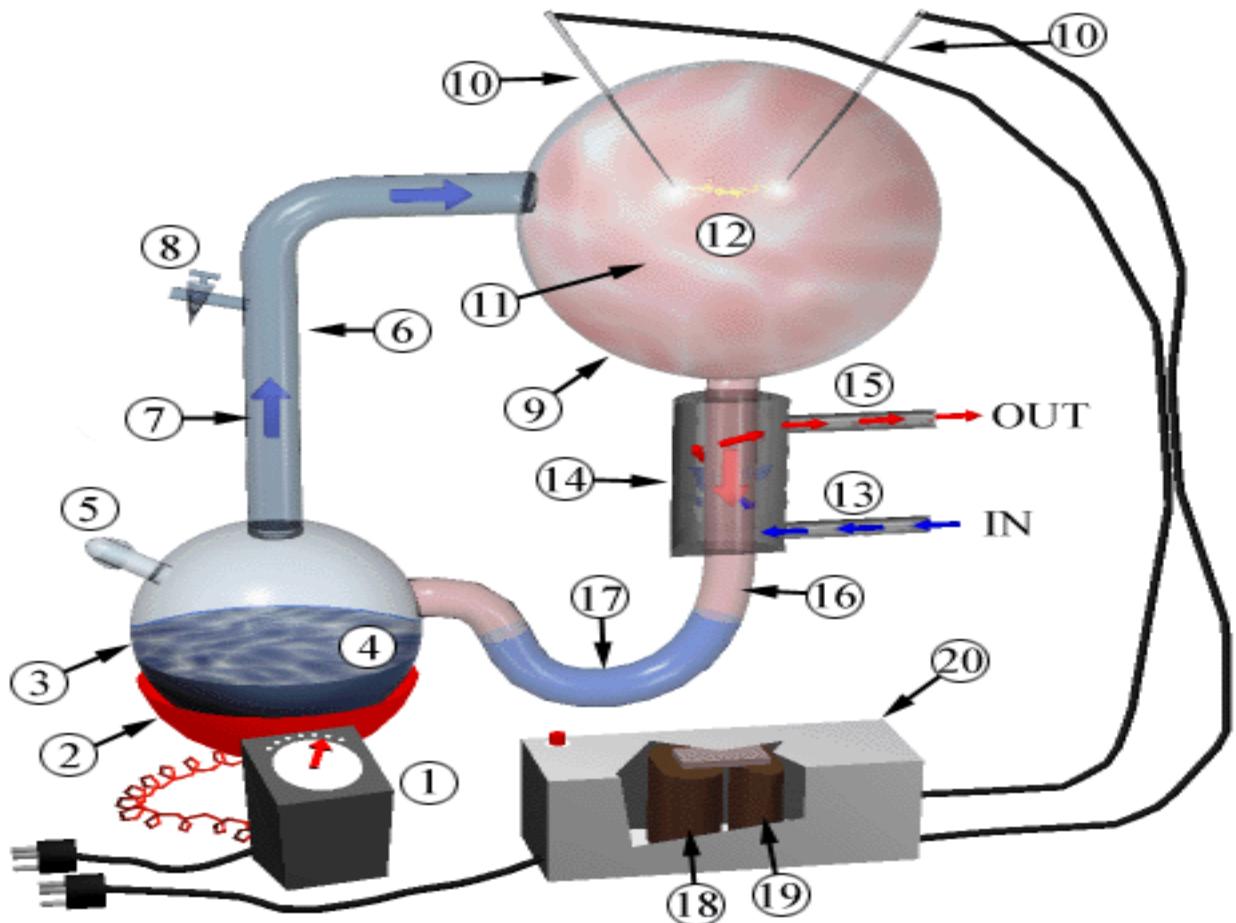
# Les réactifs et les formes d'énergies principales



l'électricité , la chaleur, les rayonnements ultraviolets

# Expérience de Stanley Miller

1. Régulateur de tension
2. Manchon chauffant
3. Flasque de 500mL en ébullition
4. Océan primitif
5. Tube de prélèvement
6. Colonne d'évaporation
7. Formation de nuages
8. Valve d'arrêt
9. Flasque de 5L
10. Electrodes de Tungstène
11. Atmosphère primitive de méthane ( $\text{CH}_4$ ), ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), hydrogène ( $\text{H}_2$ ), et vapeur d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ )
12. Éclair
13. Eau froide
14. Colonne de condensation
15. Eau chaude
16. Précipitation
17. Trappe d'échantillonnage des acides aminés, bases d'ADN (purines, pyrimidines, sucre ribose, etc.)
18. Alimentation primaire 110 volts
19. Alimentation secondaire 7500 volts à 30 ampères
20. Transformateur



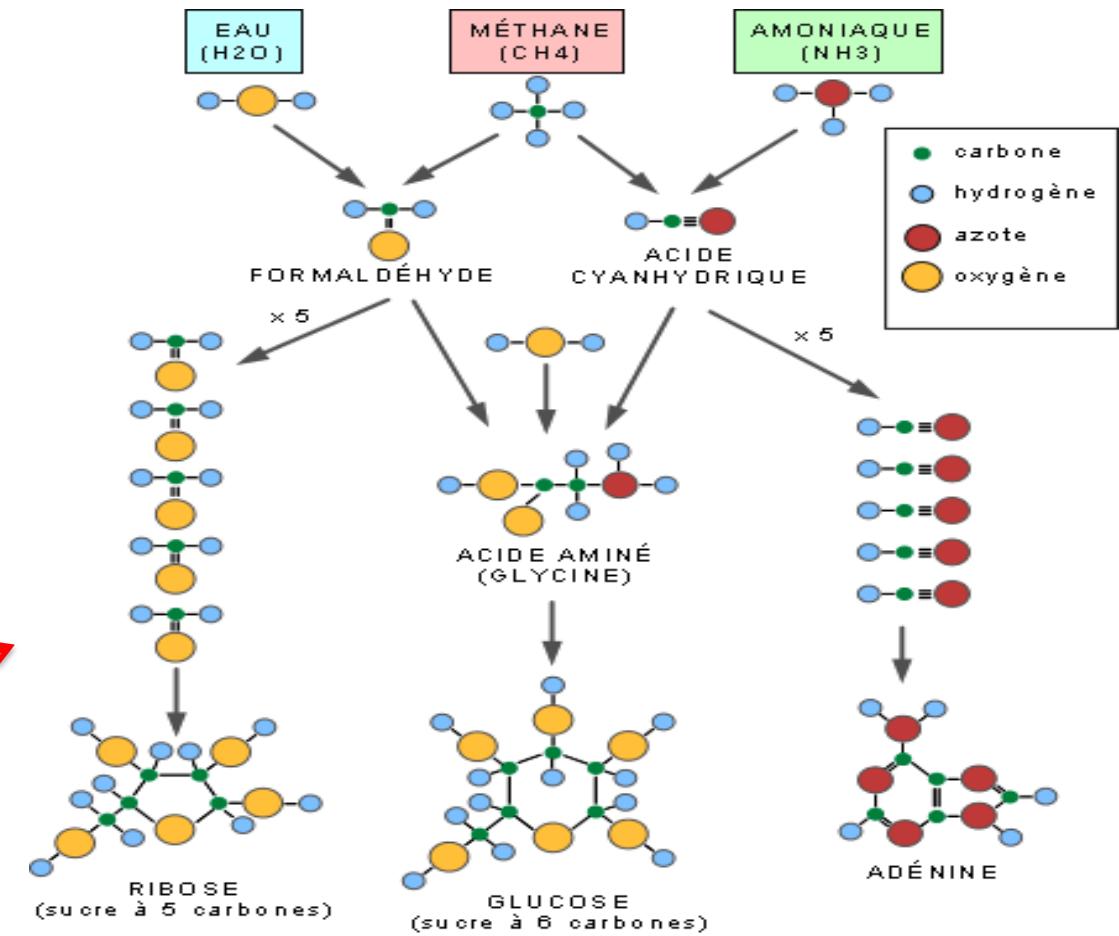
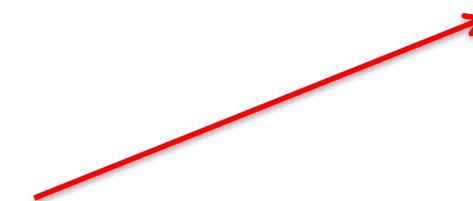
S Miller devant son expérience (1953)

# Résultats de l'expérience de Miller

## Acides aminés produits lors de l'expérience de Miller

Acide aminé	Concentration (Micromoles/litre)
Alanine	790
Glycine	440
Acide aspartique	34
Valine	20
Leucine	11
Acide glutamique	8

expériences plus élaborées ultérieures...



des bases pyrimidiques, sucres 18 des 20 acides aminés rencontrés

# La soupe prébiotique

1m de matière organique  
En 100 000 ans !

**Tableau 3-8 Quelques produits dont on sait qu'ils se forment dans des conditions prébiotiques**

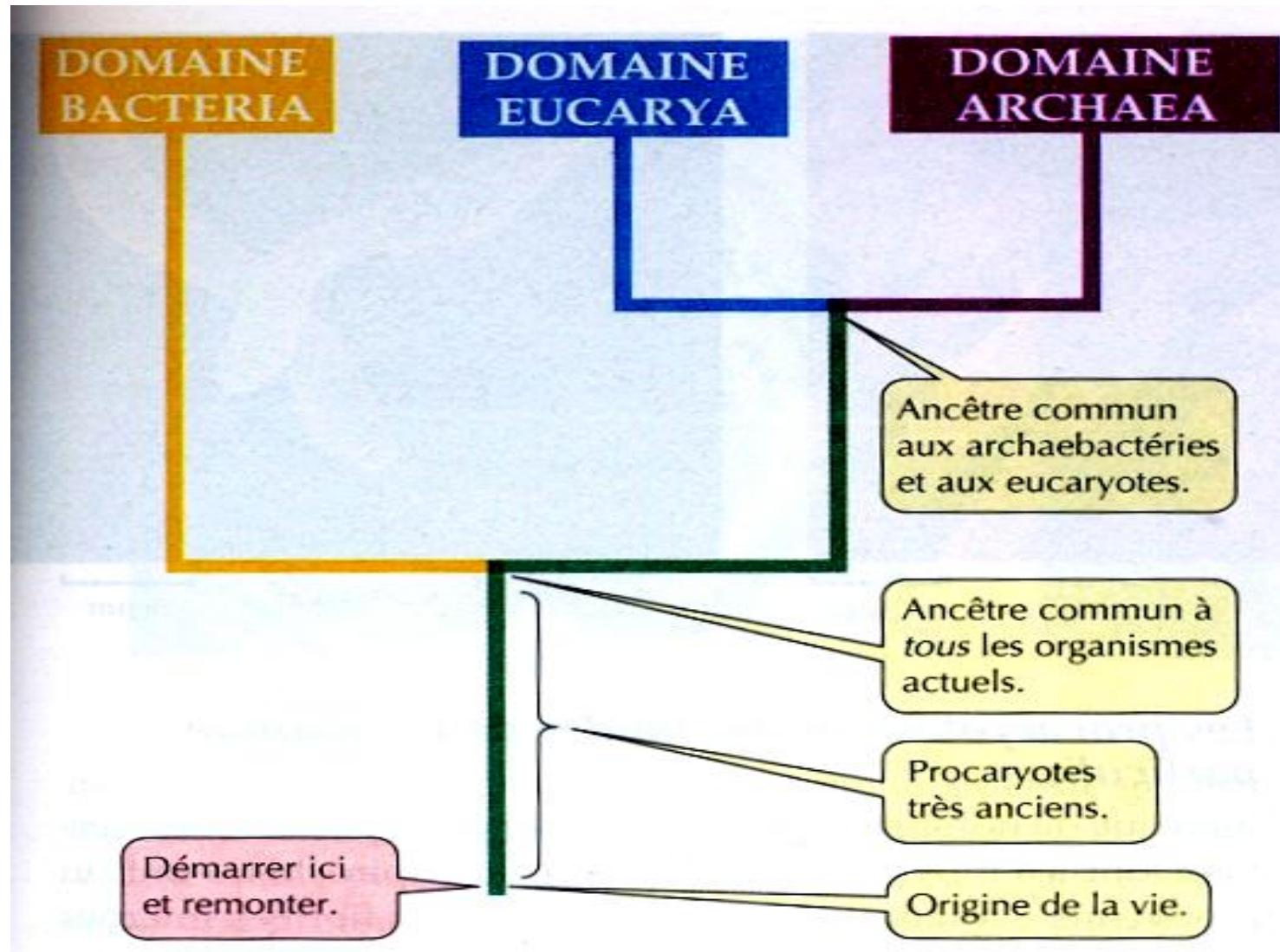
<i>Aminoacides</i>	<i>Acides carboxyliques</i>
Glycine	Acide formique
Alanine	Acide acétique
Acide $\alpha$ -aminobutyrique	Acide propionique
Valine	Acides gras linéaires et ramifiés (C <sub>4</sub> —C <sub>10</sub> )
Leucine	Acide glycolique
Isoleucine	Acide lactique
Proline	Acide succinique
Acide aspartique	
Acide glutamique	
Sérine	<i>Bases des acides nucléiques</i>
Thréonine	Adénine
<i>Sucres</i>	Guanine
Pentoses et hexoses	Xanthine
linéaires et ramifiés	Hypoxanthine
	Cytosine
	Uracile

*Source : D'après Miller, S.L. (1987) Which organic compounds could have occurred on the prebiotic earth? Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 52, 17-27.*

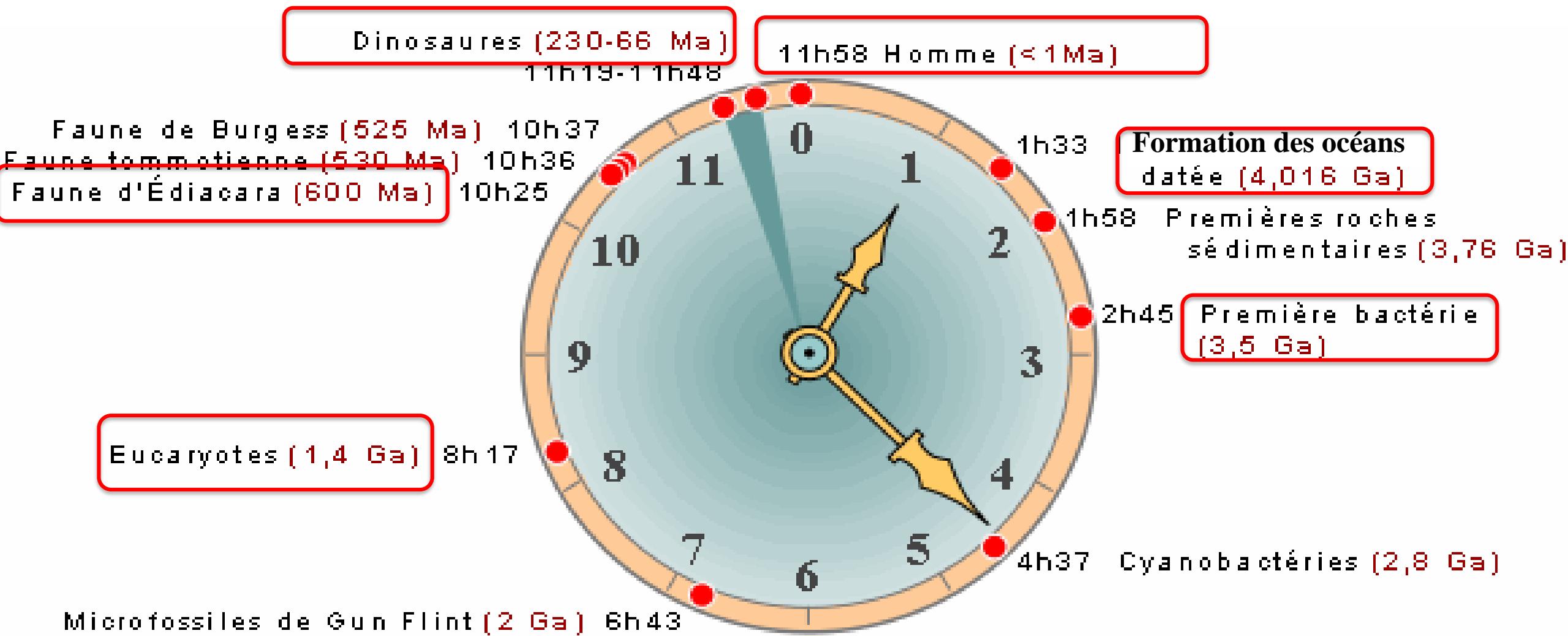
# Complexification de la vie

- L'évolution chimique.
- expérience de Spigelman, 1970 : Une molécule évolue très rapidement vers une forme plus stable et plus fonctionnelle.
- Passage à un système héréditaire basé sur l'ADN double brin permettant:
- Une plus grande stabilité des séquences codantes,
- augmentation du nombre de gènes possibles par organisme.
- séparation claire (compartimentation) entre le processus de réPLICATION du matériel informatif et le processus de synthèse des protéines.

# Last Universal Common Ancestor (LUCA)



# Horloge de la vie de la vie



# Les molécules essentielles du vivant

- L'eau
  - Solvant du vivant
- Les glucides, oligosaccharides, polysaccharides
  - Énergie, structure
- Les acides gras et les lipides
  - Energie, structure des membranes
- Les acides aminés et les protéines
  - Energie, structure des protéines
- Les acides nucléiques
  - Stockage et transfert de l'information

C  
H  
O  
N

# C, H, N, O : 96,6 %

## Biosphère (%)

O	(8)	50,0
Si	(14)	25,8
Al	(13)	7,3
Fe	(26)	4,2
Ca	(20)	3,2
Na	(11)	2,3
K	(19)	2,3
Mg	(12)	2,1
H	(1)	0,9
Ti	(22)	0,43
Cl	(17)	0,20
C	(6)	0,18
P	(15)	0,11
S	(16)	0,11
F	(9)	0,10
Ba	(56)	0,08
Mn	(25)	0,08
N	(7)	0,03
Se	(34)	0,02

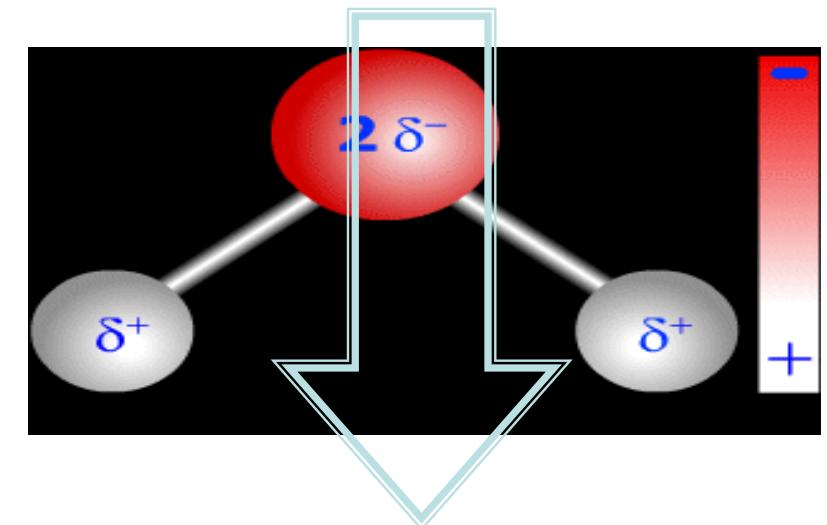
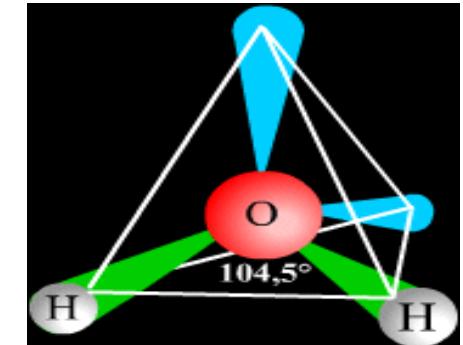
## Cellules animales (%)

O	62,8
C	19,4
H	9,3
N	5,1
Ca	1,38
S	0,64
P	0,63
Na	0,26
Cl	0,18
Mg	0,04
F	0,009
Fe	0,005
Si	0,004
Zn*	0,002
Al	0,001
Cu*	0,0004
Se	0,0002
Br*	0,0002

## Cellules végétales (%)

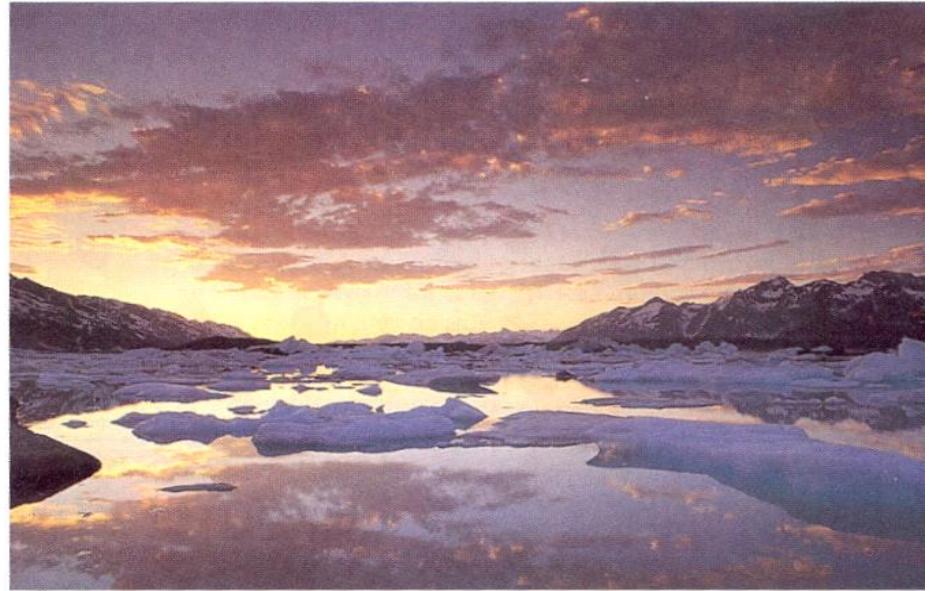
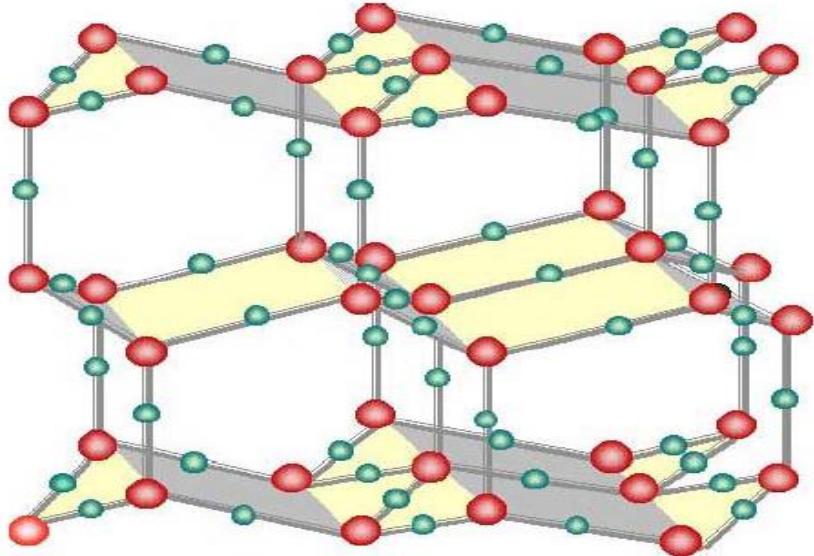
O	77,9
C	11,3
H	8,7
N	0,8
P	0,70
Ca	0,58
K	0,22
S	0,10
Cl	0,07
Na	0,03
Si	0,0093
Fe	0,0027
Al	0,0025
B*	0,0007
Mn	0,0003
Zn	0,0003
Cu	0,0002
Ti	0,0001

# L ' eau solvant de la vie



« Tout ce qui est vivant exige de l ' eau ; tous les organismes sont des systèmes chimiques en phase aqueuse »

# Eau liquide, eau solide



**Eau solide : 4 liaisons hydrogène par molécule d'eau**

**Structures cristallines similaire à un « échafaudage »**

**Moins compacte que l'eau liquide : densité plus faible : 0.916kg/l**

**La glace, qui flotte, forme une couche isolante de protection à la surface de l'étang, réduisant ainsi l'arrivée du courant chaud vers l'air froid.**

# Propriétés de solvatation de l' eau

**Nature extrêmement polaire de l' eau : excellent solvant pour**

- 1) des substances ionisables (sels, NaCl)
- 2) des substances non ionisables polaires (oses, alcools, amines, carbonyles..)

- 1) : Interactions électrostatiques
- 2) : Interactions par liaison H et Intéractions dipôle/dipôle



**Composés hydrophiles**

**L' eau ne peut pas dissoudre les composés non polaires non chargés**



**Composés hydrophobes**

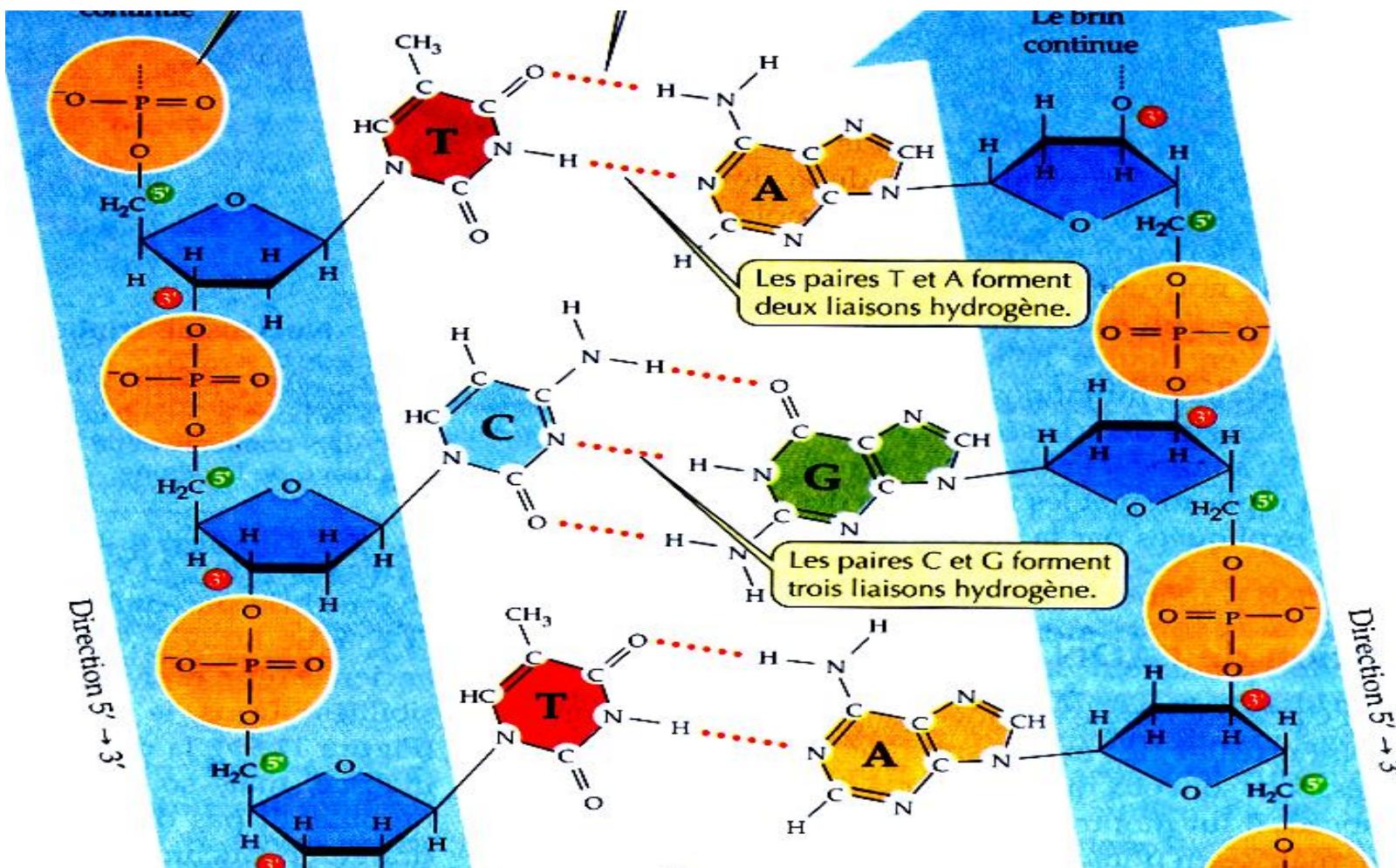
- 3) : Interactions hydrophobes

# IMPORTANCE BIOLOGIQUE DES LIAISONS DE FAIBLE ENERGIE

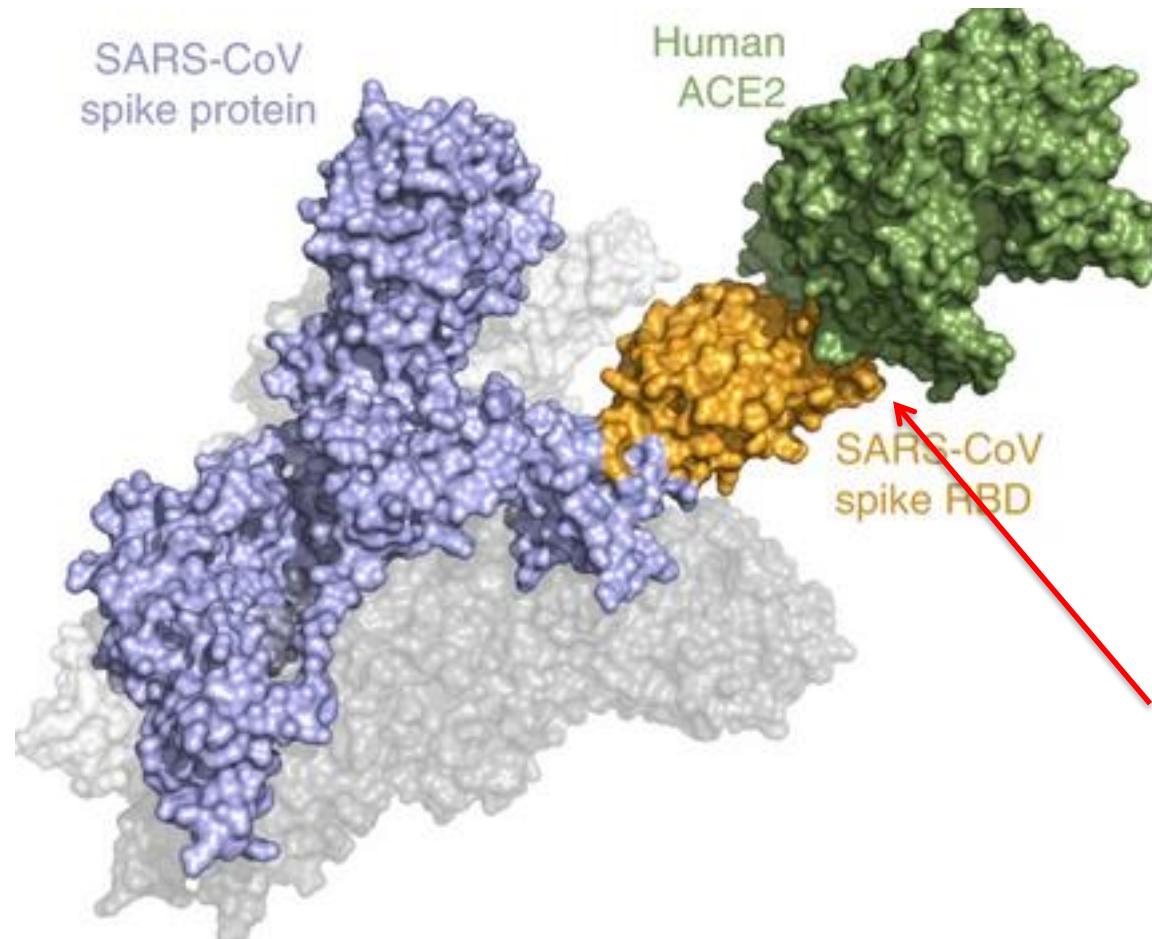
- Énergiquement faibles mais effet cumulatif
- souplesse et la dynamique conformationelle
- capacité de reconnaissance entre les macromolécules
- Les liaisons faibles permettent de brefs contacts

# Exemple 1 d'interaction intermoléculaire

L'appariement complémentaire des bases d'un brin d'ADN à celles de l'autre brin dépend de liaisons hydrogènes



## Exemple 2 d'interaction intermoléculaire



# Messages essentiels du cours

- Les organismes vivants partagent les mêmes types de molécules : c'est l'unicité biochimique du vivant
- Les molécules du vivant sont composées principalement des atomes C, H, O et N
- Elles sont apparues progressivement sur terre et se sont accumulées avant qu'apparaisse le premier organisme vivant dénommé LUCA pour last universal common ancestor
- L'eau est le solvant de la vie grâce à sa structure particulier
- Les molécules du vivant interagissent entre elles

# Mentions légales

---

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.