

Biochimie – ITR1 – BBM1 (LAS)

Chapitre intro

Introduction à la biochimie

Pr. Bertrand Toussaint

Plan du cours

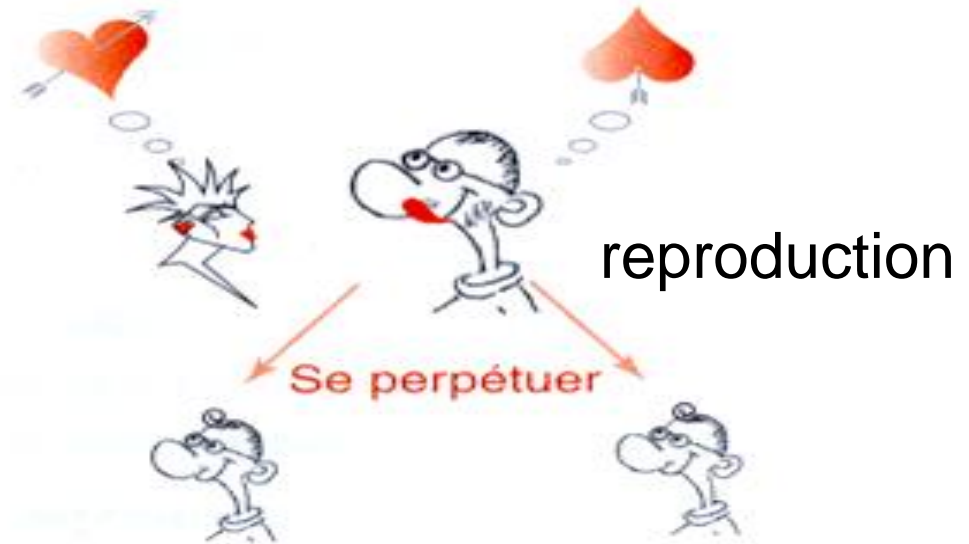
- Définition du vivant et unicité biochimique
- Origine des molécules du vivant
- Présentation des molécules du vivant et composition
- L'eau solvant de la vie
- Les interactions à faibles énergie

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

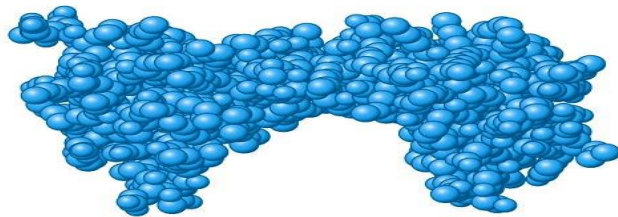
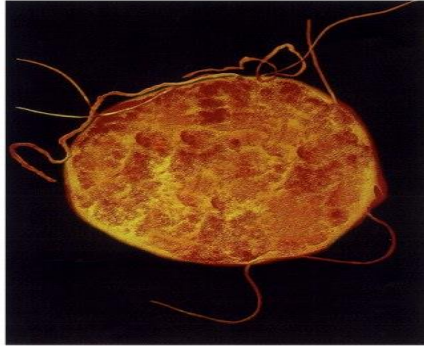
- « Un état organique caractérisé par la capacité de reproduction, de métabolisme et de réaction aux stimuli externes »



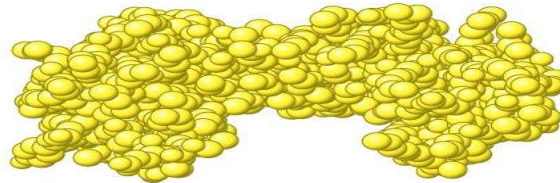
Organique
Métabolisme
Réaction aux stimuli

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

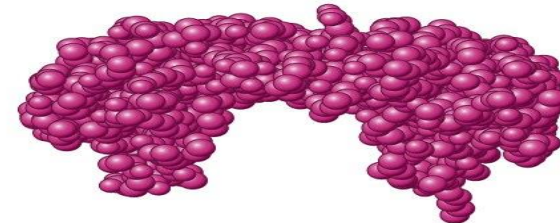
Unicité biochimique de la vie



Sulfolobus acidicaldarius



Arabidopsis thaliana

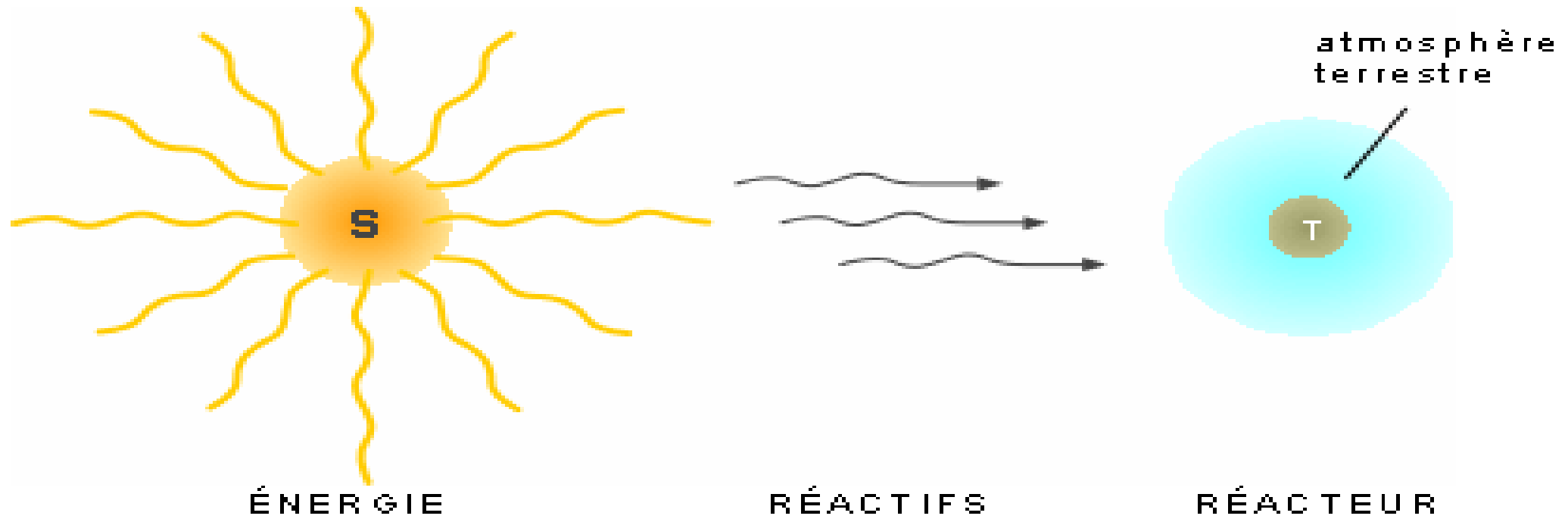


Homo sapiens

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

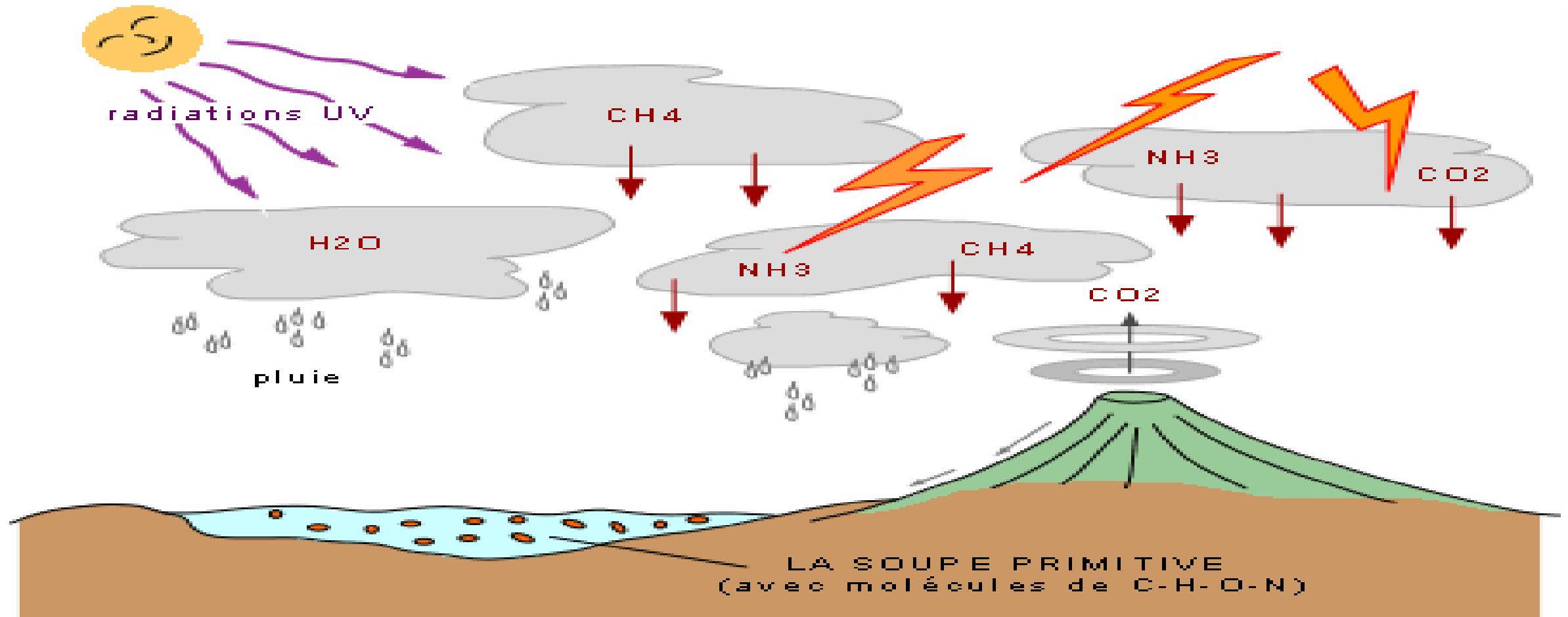
- Cellule
- 60 à 90% d' eau : solvant de la vie
- Macromolécules : Protéines, lipides, polysaccharides
- Métabolites : petites molécules issues du métabolisme
- Réactions lentes catalysées par des enzymes
- ADN : acide désoxyribonucléique

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).

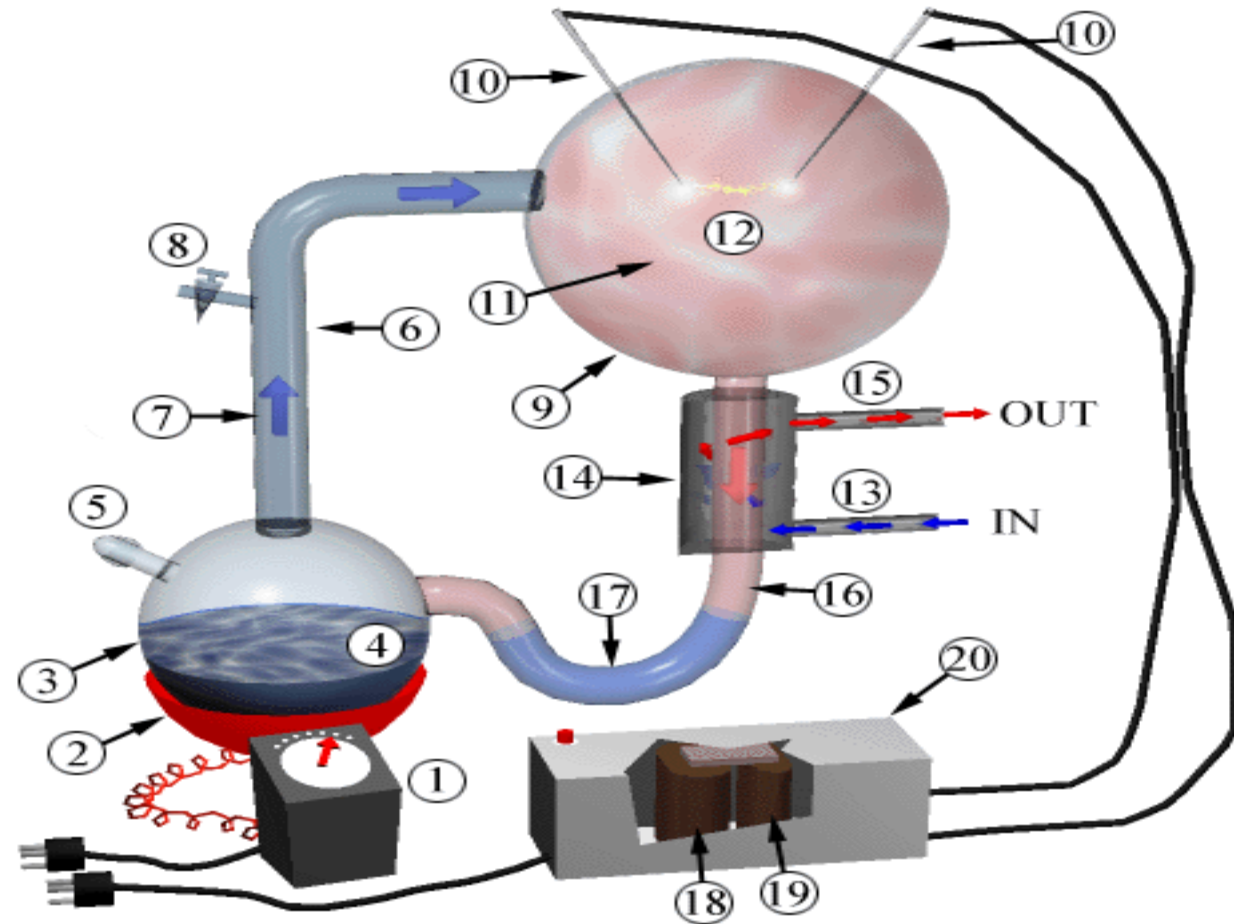
Les réactifs et les formes d'énergies principales



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 (CH_4), ammoniac (NH_3), hydrogène (H_2), et vapeur d'eau (H_2O)
12. Eclair
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)

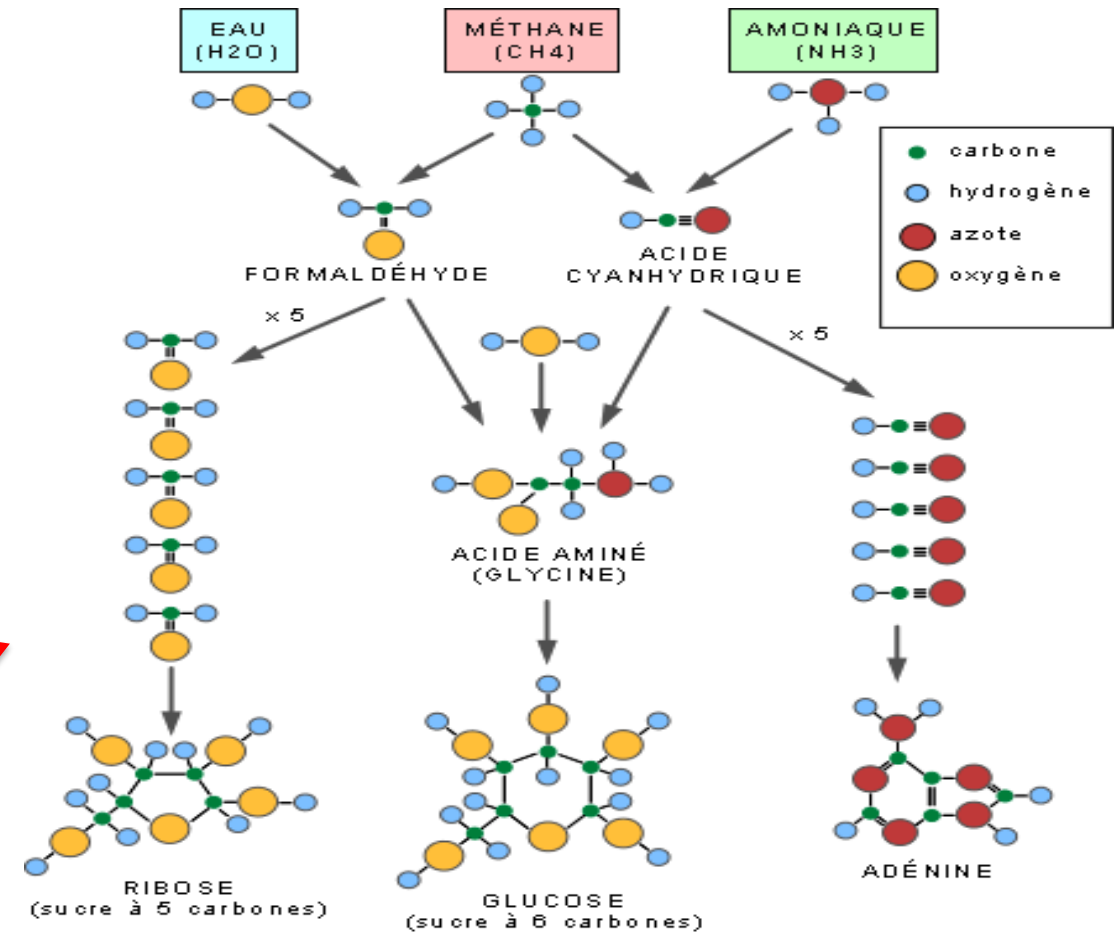
Résultats de l'expérience de Miller

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

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

Aminoacides

Glycine
Alanine
Acide α -aminobutyrique
Valine
Leucine
Isoleucine
Proline
Acide aspartique
Acide glutamique
Sérine
Thrénine

Sucres

Pentoses et hexoses
linéaires et ramifiés

Acides carboxyliques

Acide formique
Acide acétique
Acide propionique
Acides gras linéaires et
ramifiés (C_4-C_{10})
Acide glycolique
Acide lactique
Acide succinique

Bases des acides nucléiques

Adénine
Guanine
Xanthine
Hypoxanthine
Cytosine
Uracile

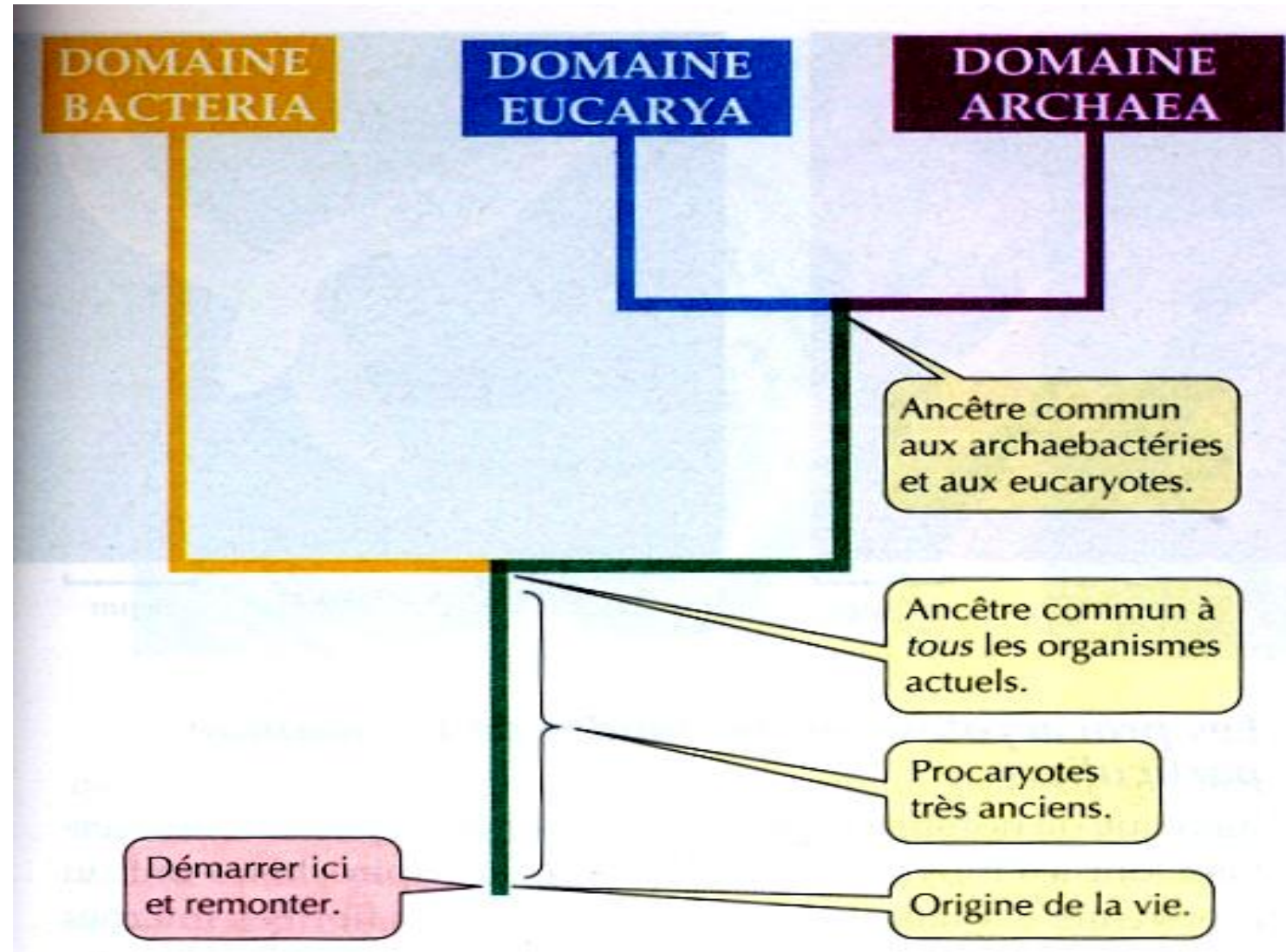
1m de matière organique
En 100 000 ans !

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.

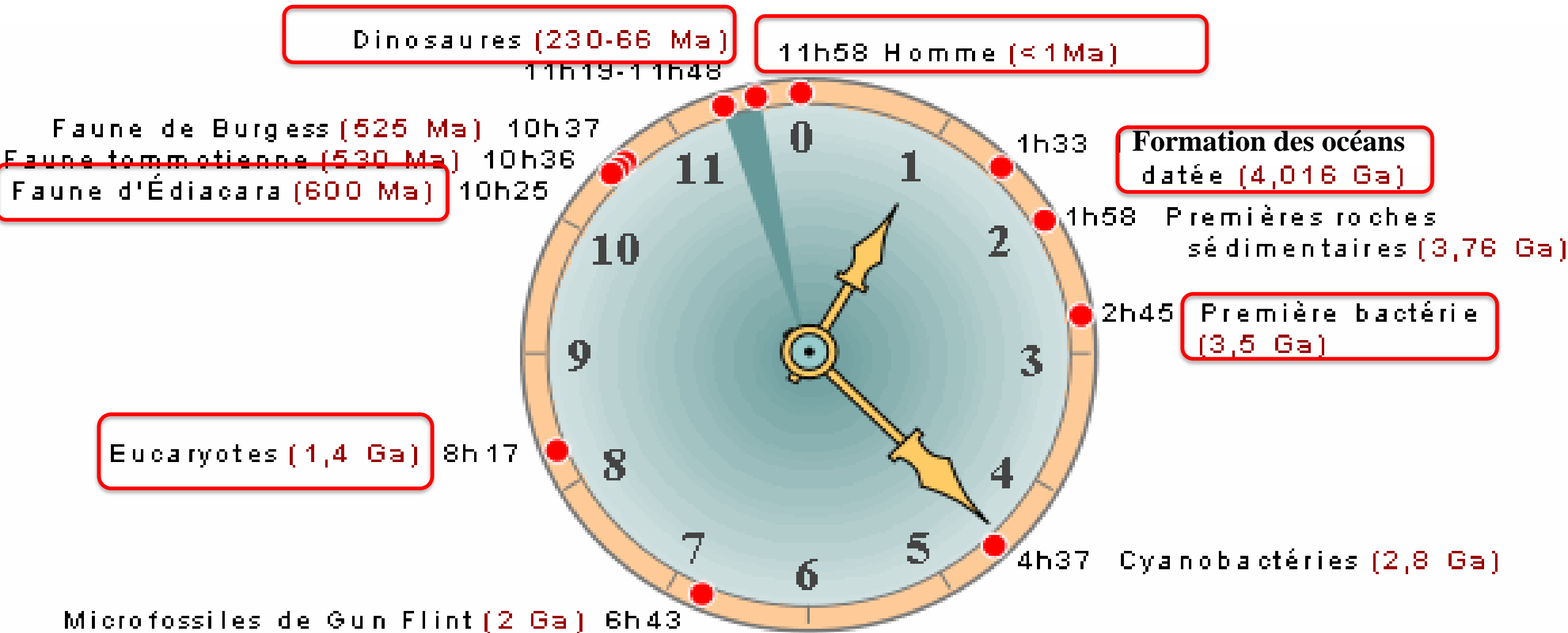
Complexification de la vie

- **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

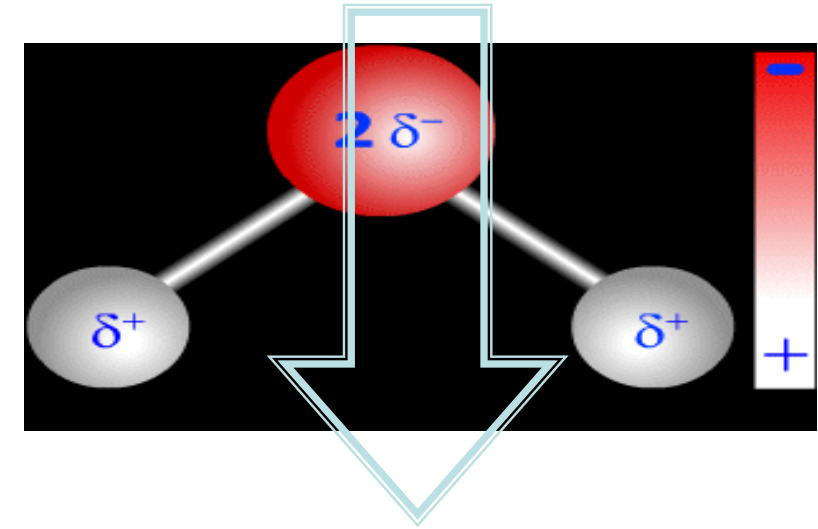
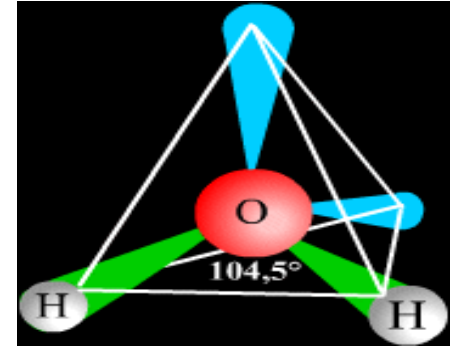
Cellules animales (%)

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 (%)

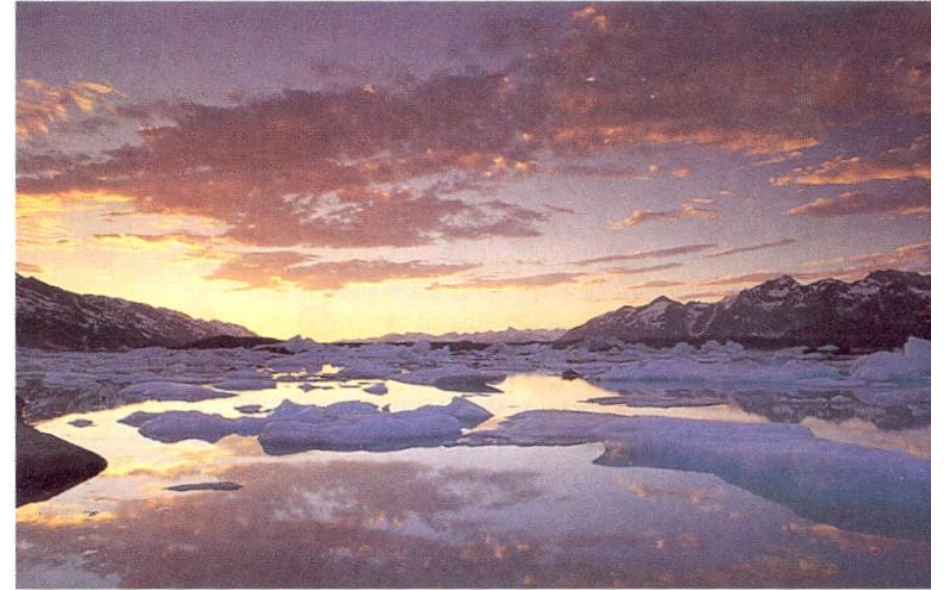
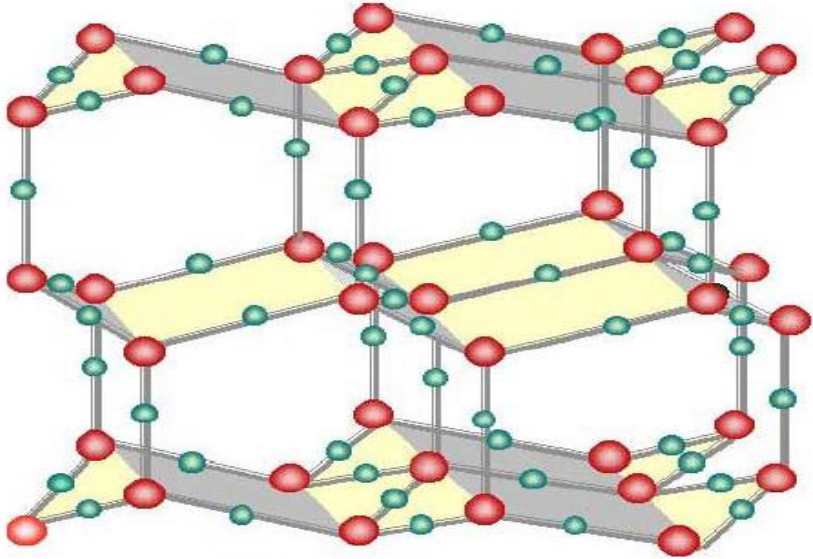
O	77,9
C	11,3
H	8,7
N	0,8
P	0,70
Ca	0,58
K	0,22
S	0,10
Cl	0,07
Na	0,03
Si	0,0093
Fe	0,0027
Al	0,0025
B*	0,0007
Mn	0,0003
Zn	0,0003
Cu	0,0002
Ti	0,0001

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 solvation 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 Interactions dipôle/dipôle

Composés hydrophiles

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

Composés hydrophobes

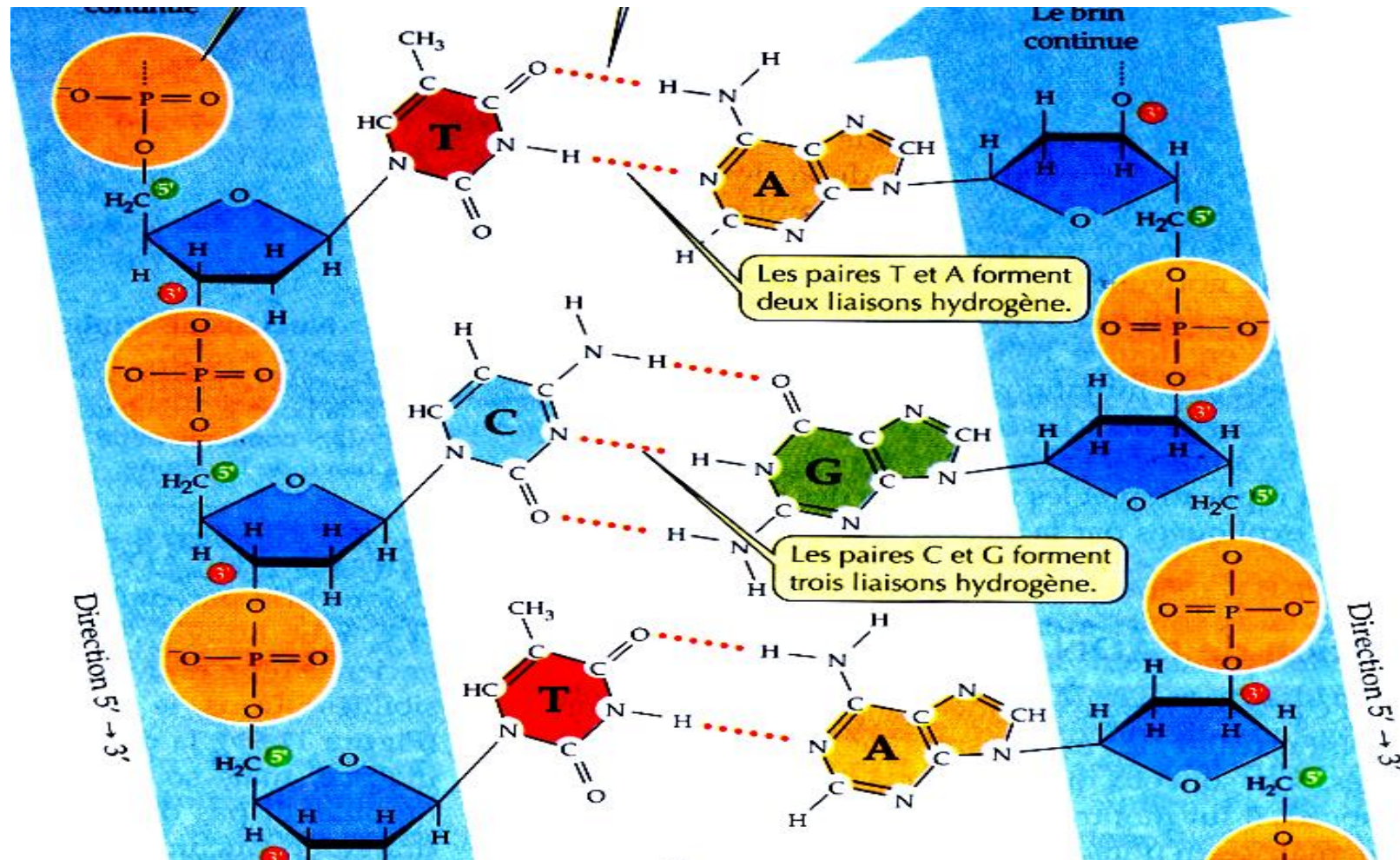
- 3) : Interactions hydrophobes

IMPORTANCE BIOLOGIQUE DES LIAISONS DE FAIBLE ENERGIE

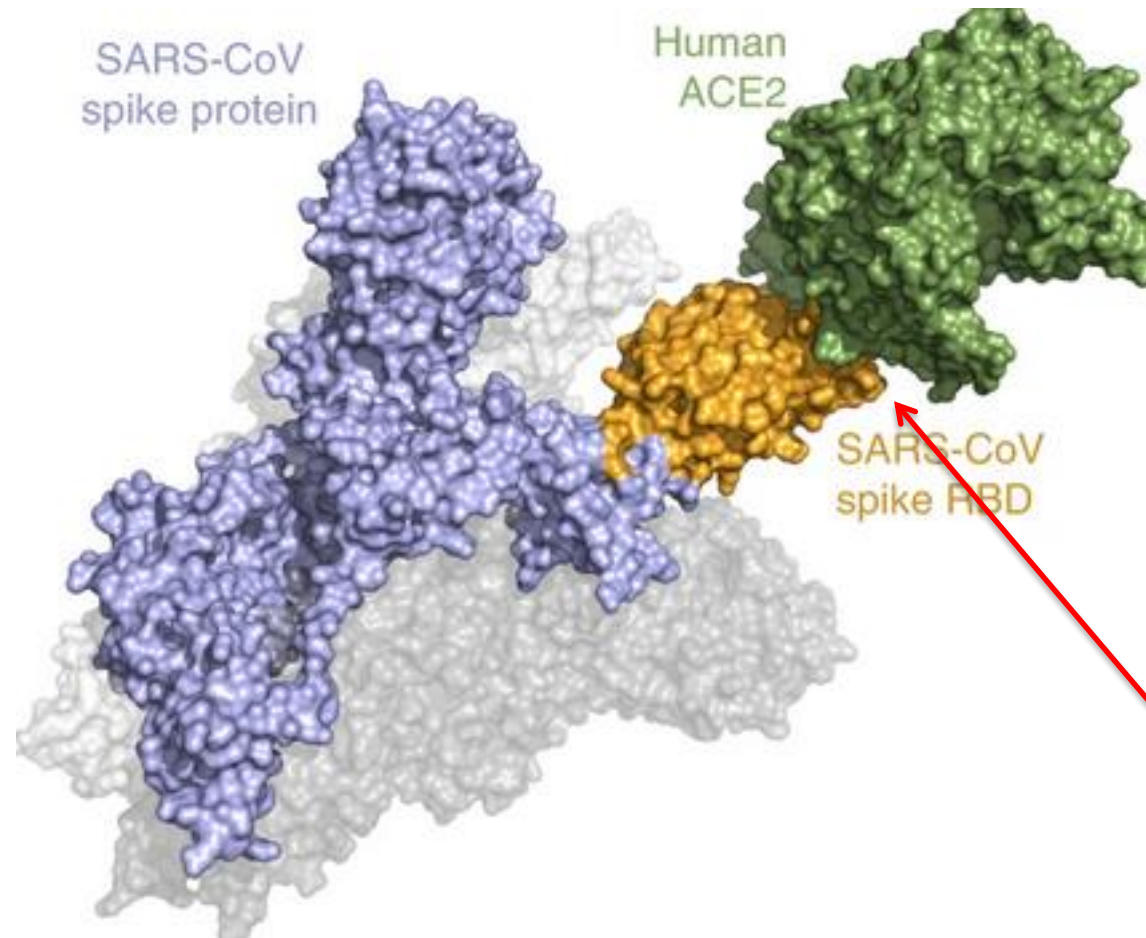
- **Énergiquement faibles mais effet cumulatif**
- **souplesse et la dynamique conformationnelle**
- **capacité de reconnaissance entre les macromolécules**
- **Les liaisons faibles permettent de brefs contacts**

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.