

BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS

M^{me} H.Allouache

PROGRAMME

1- Généralités sur les solutions

- . Les mélanges – homogènes et hétérogènes : Définitions
- . Composition quantitative et qualitative des solutions
- . Formation des solutions
- . Les solutions idéales, les solutions diluées et les solutions concentrées

PROGRAMME

2- Propriétés générales des solutions micromoléculaires

- Propriétés colligatives
- Propriétés électriques
- Propriétés optiques

PROGRAMME

3- Les solutions macromoléculaires et des colloïdes

3.1 Les biopolymères en solution – Notion de conformation et nature des forces impliquées dans la conformation

3.2 Propriétés des solutions macromoléculaires

Propriétés cinétiques

Propriétés colligatives

Propriétés électriques

Propriétés optiques

PROGRAMME

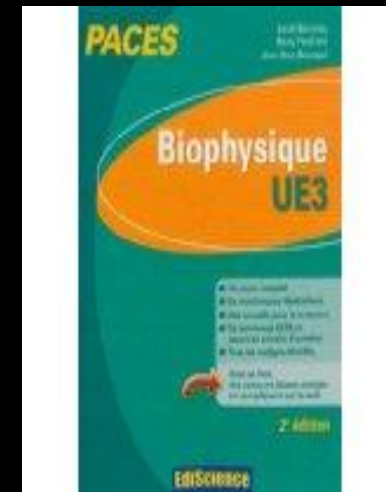
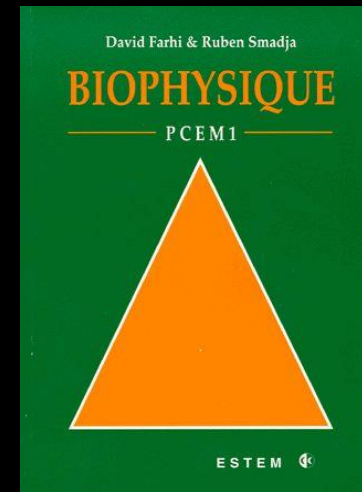
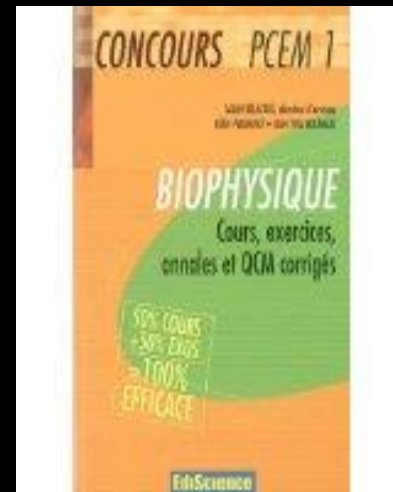
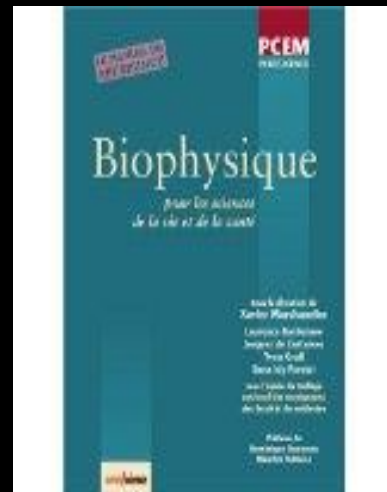
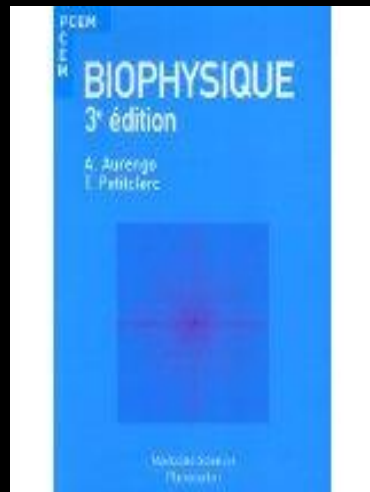
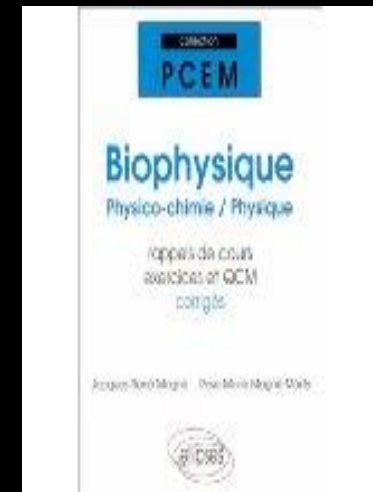
4- Diffusion en phase liquide

Loi de Fick applications médicales

BIBLIOGRAPHIE

- Biophysique (physico-chimique/physique) rappels cours exercices et QCM corrigés par Jacques René Magné, Rose-Marie Magné-Marty collection PCIM ellipses
- Biophysique 3 édition A,Aurengo et T,Petitclerc
- BIOPHYSIQUE Générale et Médicale par François Grémy et François Leterrier (Flammarion Médecine-sciences) Pour les sciences de la vie et de santé PCEM/LICENCE Sous la direction de Xavier Marchandise Laurence Bordenave Jaques de certaines Yvon Grall Ilana Idy-Peretti
- Biophysique cours, exercices, annales et QCM corrigés par salah Belaereg rémy perdrisot et jean yves bounaud
- Biophysique par david Farhit Ruben Smadja ESTM
- MECANIQUE DE FUIDES EXERCICES CORRIGES AVEC RAPPEL DE COURS TOME I (L'hydrostatique, l'hydrodynamique et les solutions binaires) par MS. Maalem

BIBLIOGRAPHIE



I. GÉNÉRALITÉS SUR LES SOLUTIONS

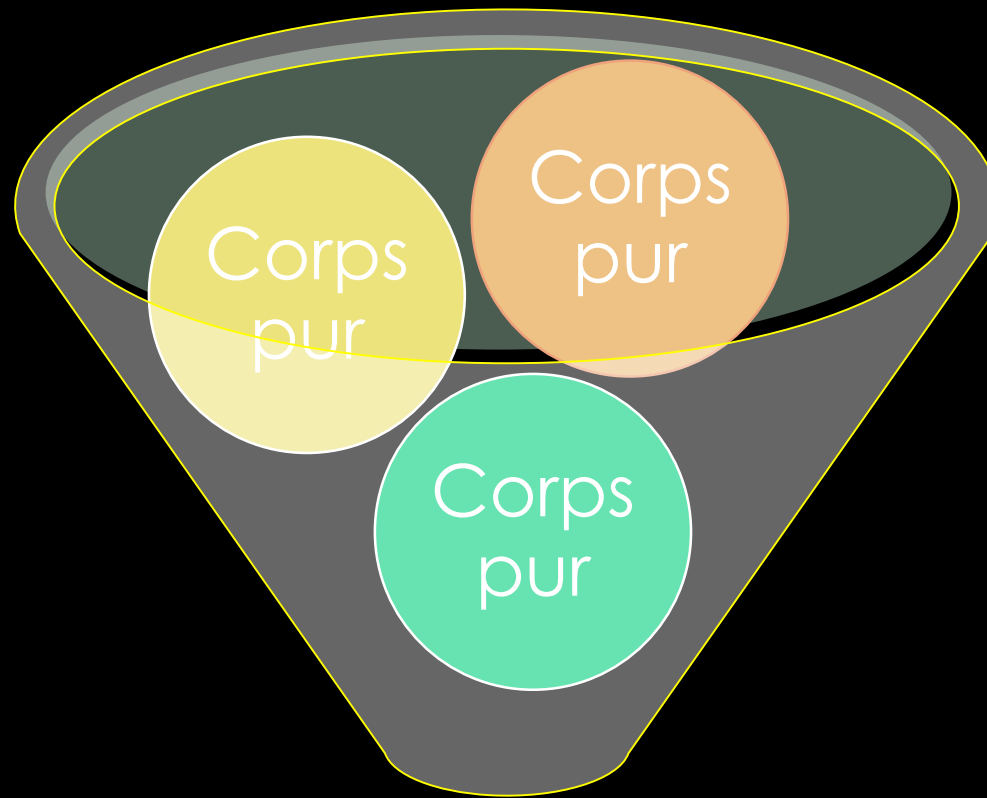
Définition :

On appelle solution tout **mélange homogène** en phase condensé de divers composés généralement dans un liquide **jusqu'au stade moléculaire**.

UN MÉLANGE

- L'introduction dans un même récipient de deux ou plusieurs substances (corps) qui n'ont pas forcément le même état: forment un **mélange**.
- un corps pur est formé d'un seul constituant

UN MÉLANGE



mélange

LE MÉLANGE

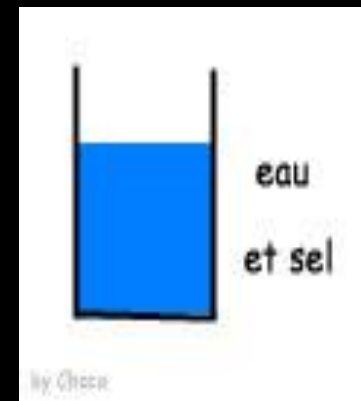
Mélange hétérogène

des substances que l'on peut distinguer les unes des autres.



Mélange homogène

des substances que l'on ne peut pas distinguer les unes des autres.



QU'EST UN MÉLANGE HOMOGÈNE ?

- Le mélange est **homogène** dont les substances ou les espèces chimiques qui le composent sont dans à la **même phase**
- Chaque **mélange homogène** est appelé phase.
- Dans un **mélanges Homogène** on peut pas séparer les différents constituants ni par filtration ni par décantation
- **La dispersion totale** d'un corps dissous dans un milieu convenable forme un **mélange homogène**.

MÉLANGE HÉTÉROGÈNE

- Un mélange de est **hétérogène** si les espèces chimiques qui le composent sont dans des phases différentes.
- Un mélange est **hétérogène** si on peut distinguer les différents constituants.
- La filtration ou la décantation permet de séparer les différents constituants d'un mélange hétérogène.

GÉNÉRALITÉS

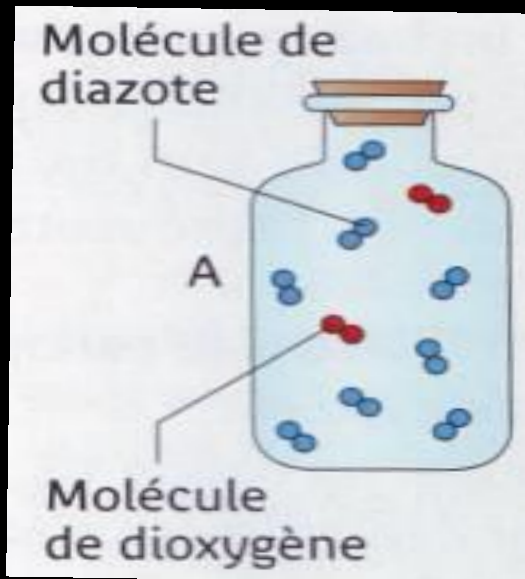
- Un mélange est hétérogène si l'on distingue au moins deux constituants à l'œil nu. Si non c'est un mélange qui peut être homogène.
- Deux liquides non miscibles constituent un mélange hétérogène.
- Deux liquides miscibles jusqu'au stade moléculaire constituent un mélange homogène.
- La décantation et la filtration permettent de séparer les matières solides des matières liquides d'un mélange hétérogène.
- L'évaporation et la distillation permettent de séparer les constituants d'un mélange homogène par passage à l'état gazeux du (ou des) liquide(s) du mélange.

UN MÉLANGE PEUT ÊTRE :

- monophasique gaz-gaz liquide-liquide solide-solide
- biphasique deux phase différentes (gaz-liquide solide-liquide)
- multiphasique liquide-solide-gaz (les boissons gazeuses)

L'AIR EST UN MÉLANGE

- Mélange monophasé composé de deux types de molécules différentes



REVENONS AU SOLUTION

- Mélange homogène jusqu'au stade moléculaire constitués d'au moins de deux composés le plus souvent, l'un des composants est nettement plus abondant.
- Obtenue par la dissolution d'une ou plusieurs substances chimiques qui peut être solide, liquide ou gazeuses 'Solutés' dans un milieu convenable (généralement un liquide) 'Solvant'
- Représente un stade ultime d'un état dispersé.

UNE SOLUTION

Constitué d'un ou plusieurs **solutés** dans un **solvant**

- **Le solvant** est généralement liquide parfois gazeux est rarement solide
- **Le soluté** peut être solide ,liquide ou gaz.

Le solvant et le soluté peuvent être considérés chimiquement actifs

Mis en contact, il se produit une réaction chimique jusqu'à un état d'équilibre.

solutés

+

solvant



solution

LES SOLVANTS

Il existe un nombre infini de solvants et sont différenciés selon leur polarité:

- **Les solvants moléculaires** Parmi les solvants moléculaires polaires, on peut citer l'eau et l'isopropanol (alcool).
- **Les solvants organiques**, sont constitués de molécules non chargées
- **Les solvants ionisés** sont formés de cations et d'anions, et de ce fait ont une bonne conductivité électrique.

REMARQUE

La polarité d'un solvant est l'une de ses caractéristiques importantes qui déterminent son choix pour un soluté donné

Un solvant peut être constitué de plusieurs liquides.

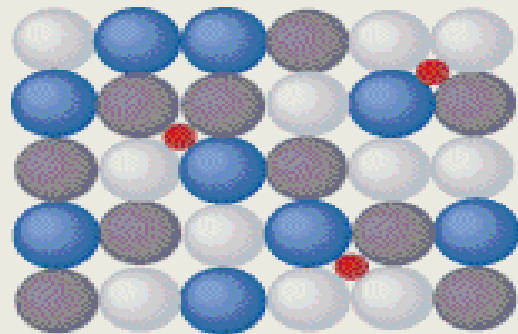
SOLUTION SOLIDE MÉLANGE SOLIDE-SOLIDE

- L'adjectif de l'adjectif solide désigne un mélange homogène en phase solide
- Certains métaux sont solubles les uns dans les autres et se solidifient. Si un tel mélange peut se solidifier pour différentes proportions des deux métaux, on dit que ces derniers forment une *solution solide*.
- Lorsqu'au moins l'un des éléments en jeu est un métal, on parle alors d'alliage.

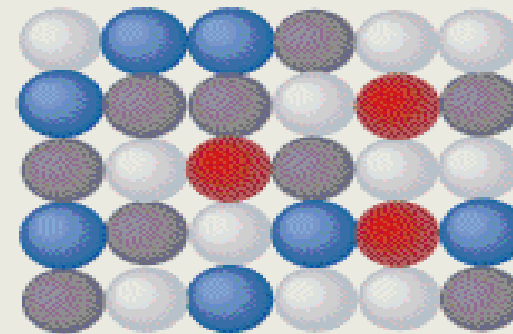
LES SOLUTIONS SOLIDES

Deux types sont observés:

- **Solutions solides d'insertion:** les atomes du soluté se placent dans les interstices de la maille cristalline du solvant Exe les alliages fer-carbone)
- **Solutions solides de substitution:** Les atomes de soluté prennent les emplacements d'atomes du solvant dans la maille cristalline du solvant.



Solution solide interstitielle



Solution solide de substitution

MÉLANGE LIQUIDE-LIQUIDE

Deux liquide miscible (soluté +solvant) est caractérisé par le titre de la solution et non par sa concentration

$$\text{➤ } t = \frac{m(\text{soluté})}{m(\text{solution})}$$

$$C = \frac{m(\text{soluté})}{v(\text{solution})}$$

MÉLANGE LIQUIDE -LIQUIDE

Deux cas peuvent être présenter:

- Les liquides sont miscible en toutes proportions: le titre entre 0 et 100% Exe: l'éthanol et l'eau.
- Les liquides ne sont pas miscibles en toute proportions Exe: le phénol dans l'eau

MÉLANGE –LIQUIDE –LIQUIDE (LIQUIDES NON MISCIBLE)

- le mélange reste homogène jusqu'à une certaine valeur du titre
- Après cette valeur il n'y a plus de dissolution
- On observe l'apparition d'une seconde couche liquide contrairement à la première renferme plus de soluté que de solvant -**état de saturation**-

MÉLANGE GAZ-LIQUIDE

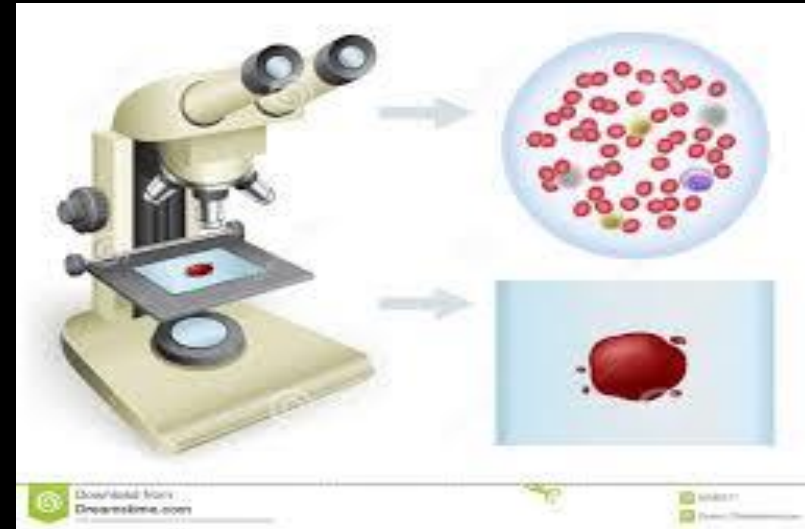
- ❖ Exe l'eau carbonaté est mélange (gaz carbonique-liquide eau)
- ❖ **William Henry** a remarqué que la quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression que le gaz exerce sur le liquide.
- ❖ Chaque gaz doit être pris en compte individuellement en présence d'un mélange gazeux.
- ❖ L'anhydride carbonique qui est un gaz utilisé dans les boissons carboniques: est un exemple de soluté gaze se dissolvant dans l'eau, C'est la preuve que les solutés peuvent se présenter sous n'importe quel état d'agrégation de la matière

LE SANG EST UN MÉLANGE HOMOGÈNE OU HÉTÉROGÈNE?

Mélange homogène à l'œil nu



Mélange hétérogène au microscope



UNE SUSPENSION

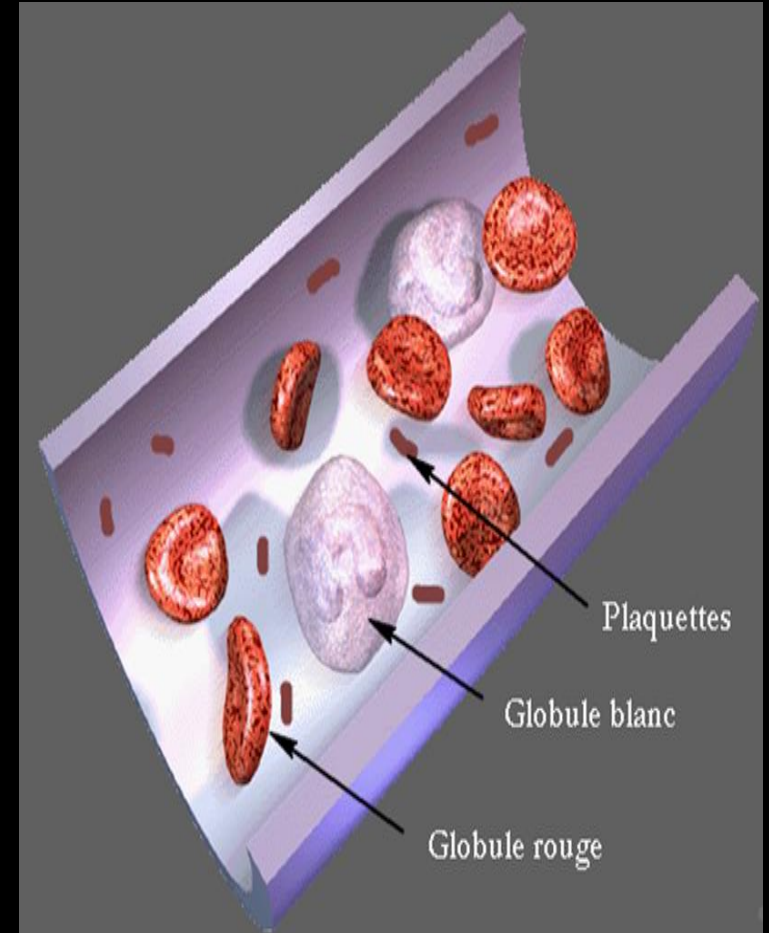
- Un état dans lequel il existe, au sein d'une solution, des amas moléculaires de taille et de masse si faible que ceux-ci n'ont pas tendance à sédimenter spontanément, mais sont maintenus en suspension à l'état dispersé de façon stable au temps par simple agitation thermique des molécules qui les entourent.

UNE SUSPENSION

Mélange hétérogène en deux phases, l'une dispersante contenant l'autre (phase dispersée) à l'état de particules plus ou moins fines de diamètre d ($d > 1000 \text{ \AA}$)

EXEMPLE: LE SANG

- Le sang est une suspension de cellules (globules rouges, globules blancs, plaquettes) dans une solution (plasma) par ce que du fait de l'agitation du à la circulation sanguine dans les vaisseaux n'ont pas tendance à sédimenter spontanément.
- Absence d'homogénéité moléculaire



CLASSIFICATION DES SOLUTION SELON LA TAILLE DE PARTICULES

Solution micromoléculaire (cristalloïdes)	Colloïdes (pseudo-solutions)	Solution macromoléculaire
<10Å	Grosse molécules	>3000Å
<u>Microscope électronique</u>	Pas une vraie solution (suspension)	<u>Microscope optique</u>
Quelque dizaine d'atomes	Exe: le sang, albumine humaine, FFp (plasma frais congelé), gélatine	Entre 10^3 et 10^9 atomes
Exe: urée, glucose, Na Cl		Exe: ADN

Solution micromoléculaire (cristalloïdes)

- $<10\text{\AA}$
- Microscope électronique
- Quelques dizaine d'atomes
- Exe: urée, glucose, Na Cl

Colloïdes (pseudo-solutions)

- Grosse molécules
- Pas une vraie solution (suspension)
- Exe: le sang, albumine humaine, FFp (plasma frais congelé), gélatine

Solution macromoléculaire

- $>3000\text{\AA}$
- Microscope optique
- Entre 10^3 et 10^9 atomes
- Exe: ADN

CLASSIFICATION DES SOLUTION SELON LA CHARGE DES SUBSTANCES

Solution neutre

- Les corps dissous sont électriquement neutres (molécules)
- Pas de conduction du courant (forte résistance)
- Exe: le glucose

Solution électrolytique

- Substances chargés (ions cation ou anion).
- Solution conduit le courant électrique (résistance faible)

SOLUTION RÉAL

- On milieu liquide , il n'est pas possible de négliger l'une des énergies de liaisons ou l'agitation thermique devant l'autre.
- La prise en compte des liaisons intermoléculaires est très complexe dans les liquides non purs (diversité des énergies de liaisons).

SOLUTION IDÉAL

- La dissociation (séparation) des substances qui forme une solution se fait sans dégagement ou absorption de chaleur.
- L'énergie de liaison est la même entre toutes les molécules (solvant –solvant solvant-soluté et soluté-soluté)
- une solution idéale correspond à un mélange de deux substances s'effectuant sans variation de volume et sans effet thermique.

SOLUTION CONCENTRÉ

- Lorsque le volume de soluté n'est plus négligeable devant celle du solvant on parle d'une solution concentré
- Forte présence de soluté

SOLUTION DILUÉ

- Lorsque la concentration des solutés dans une solution est très faible on dit que la solution est diluée.
- Le volume de soluté est beaucoup très faible ou presque négligeable devant celle de solvant

LA DILUTION

- **Définition**: C'est l'ajout d'un solvant dans une solution pour diminuer la concentration
- La solution finale est appelée solution fille par contre la solution initiale est dite solution mère
- Lors de la dilution, la quantité de matière de soluté est conservée donc :

$$C_f \times V_f = C_i \times V_i = n \text{ c'est la loi de dilution}$$

EXEMPLE:

On ajoute sans variation de volume 80 mL d'eau à 20 mL d'eau sucrée à 80 g.L^{-1} .

Que sera la concentration massique de la nouvelle solution ?

CORRIGÉ :

On procède à une dilution.

Au cours d'une dilution il n'y a pas de variation de quantité de matière, alors

m (sucre) initiale = m (sucre) finale

Comme la concentration massique est telle que :
 $C = m/V$ alors :

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

Soit : $C_f = C_i (V_i/V_f)$, avec $V_i = 20$ mL et $V_f = 20 + 80 = 100$ mL

Application numérique :

$$C_f = 80 \times 20 / 100 = 16 \text{ g.L}^{-1}.$$

SOLUTION SATURÉE

- Au-delà d'une certaine quantité de soluté rajouté à la solution, il n'y a plus dissolution de ce dernier on dit que la solution a atteint soit point maximale d'absorption donc elle est **saturée**
- la quantité maximale du composé qui peut être dissous dans la solution

SOLUBILITÉ

- La solubilité d'un composé dans un solvant donné à température et pression données est la quantité maximale du composé qui peut être dissous dans la solution.
- La solubilité de la plupart des substances augmente avec la température du solvant.
- La solubilité est la mesure de la capacité d'une substance à se dissoudre en une autre (c'est-à-dire, sa capacité pour agir en tant que soluté). Cette mesure peut être exprimée en moles par litre, grammes par litre ou en pourcentage de soluté.

A RETENIR

- Pour qu'un soluté soit soluble dans un solvant, il faut qu'il existe entre les particules du soluté et celles du solvant des forces d'attraction.
- L'eau est une molécule polaire, elle exerce des forces d'attraction importantes sur les particules de presque tous solutés, → l'eau est un bon solvant.

SOLUBILITÉ ÉLEVÉE

Les solutions dont les molécules sont structurellement similaires à celles du solvant ont en général la solubilité la plus élevée. Par exemple, l'éthanol (C_2H_5OH) et l'eau (H_2O) ont des molécules structurellement similaires et sont extrêmement solubles l'un dans l'autre.

SOLUTION AQUEUSE

- Dans une solution **aqueuse** Le solvant est **l'eau**.
- Dans les milieux **biologique** le **solvant** est généralement **l'eau**.
- Les milieux **biologique** sont des solutions **aqueuses**.

L'EAU ET LES SOLUTÉS DANS L'ORGANISME

L'eau est le constituant le plus abondant des êtres vivants : On distingue au moins deux compartiments liquidiens de répartition de l'eau dans l'organisme:

1. Le compartiment cellulaire
2. le compartiment extracellulaire

séparés par une membrane cellulaire qui permet de maintenir la différence de composition entre ceux-ci

L'EAU DANS L'ORGANISME

L'eau représente 60-70% du corps corporel, elle se répartit en:

- ❖ **Eau intercellulaire (Eau cellulaire)** 40% du poids corporel (30L pour un adulte de 70kg) c.-à-d. 60% de l'eau total
- ❖ **Eau extracellulaire** 20 % du poids corporel c.-à-d. 40% de l'eau total
 - $\frac{3}{4}$ en eau interstitielle = 16 % (12L)
 - $\frac{1}{4}$ en eau plasmatisque 4,5 % (3L)

EAU TOTAL

- Dans l'espèce humaine l'eau représente environ 60 et 70% du poids corporel
- Ce pourcentage varie dans de grandes proportions d'un individu à un autre (entre femme –homme , vieillard-enfant , obèse-maigre)
- Il est largement fonction de la quantité de tissu adipeux qui ne contient que 10%

SOLUTÉS DANS L'ORGANISME

On distingue classiquement :

- Les solutés ionisés
- Les solutés neutres

SOLUTÉS IONISÉS DANS L'ORGANISME

Dont la dissociation en milieu aqueux (biologique) a conduit à la formation d'ions positifs (cations) et négatifs (anions) en concentrations équivalente égales.

LES CATIONS LES PLUS ABONDANTS DANS L'ORGANISME

En ce qui concerne les cations seuls le sodium, le potassium, le calcium ont des concentrations molaires qui s'exprime en mmol/l : les concentrations des autres ions s'exprime en $\mu\text{mol/l}$

SOLUTÉS PLASMATIQUES QUANTITATIVEMENT IMPORTANTS

❖ cations

- Sodium: 142mmol/l
- potassium: 4mmol/l
- Cations indosés:
 - Ca^{++} :1,5mmol/l
 - Mg^{++} :1mmol/l

❖ Anions

- Clore: 103mmol/l
- Bicarbonates: 26mmol/l
- Anions indosés: 5mmol/l

LES ANIONS LES PLUS ABONDANT DANS L'ORGANISME

Les principaux anions:

- **Les phosphates** l'anion le plus abondant dans le milieu intracellulaire
- **Le chlore et le bicarbonate** les anions les plus présent dans le milieu extracellulaire

SOLUTÉS NEUTRES DANS L'ORGANISME

Solutés non dissociés (électriquement neutres) telle que:

- le glucose
- l'urée

SOLUTÉS NEUTRES DANS L'ORGANISME

L'urée: La concentration plasmatique de l'urée est voisine de 5mmole/l. L'urée qui comme l'eau traverse librement la paroi capillaire et la membrane cellulaire, si bien que sa concentration est la même dans tous les compartiments liquidiens

SOLUTÉS NEUTRES DANS L'ORGANISME

Le glucose: dans les conditions physiologiques, la concentration plasmatique du glucose (glycémie) est également voisine de 5mmol/l.

le glucose traverse librement la paroi capillaire en raison de sa faible masse, mais il ne peut entrer qu'en présence d'insuline dans la plus part des cellules où il est rapidement mobilisé

Le glucose est considéré comme soluté osmotiquement efficace

REMARQUE

Il ne faut pas confondre : homogène, soluble et miscible.

- Seul un mélange peut être homogène.
- Seul un solide peut être soluble dans un liquide.
- Seuls deux liquides peuvent être miscibles.

Q.C.M 1

La proportion de l'eau en poids chez l'adulte est voisine de

A. 30%

B. 40%

C. 80%

D. 90%

E. Toutes les réponses sont fausses

Q.C.M 2

Le sang est considérée comme:

- A. Une solution électrolyte forte
- B. Une solution hétérogène au microscope.
- C. Une pseudo-solution
- D. Une suspension
- E. Un mélange homogène à l'œil nu hétérogène sous microscope

Q.C.M 3

On peut classer les solutions d'après la taille des molécules des substances de ses constituants :

A. Electrolytes forts et électrolytes faibles

B. Cations et anions

C. Micromoléculaire , macromoléculaire et suspensions ioniques.

D. Micromoléculaire, colloïdes et macromoléculaire

E. Micromoléculaire, pseudo-solution et macromoléculaire

Q.C.M 4

L'ADN est

- A. Une solution cristalloïde
- B. Une solution micromoléculaire
- C. On peut pas dire que c'est une solution
- D. Un mélange hétérogène
- E. une solution macromoléculaire



Merci pour votre attention