

**UNIVERSITE MONTPELLIER**

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2019-2020**

**Licence de Biologie L2**

**Parcours PAN, CME, EBO**

**TRAVAUX DIRIGES HLBI302**

**BASES DE PHYSIOLOGIE  
ANIMALE ET IMMUNOLOGIE**



# SYLLABUS DES TRAVAUX DIRIGES

## HLBI 302 - Bases de physiologie animale et d'immunologie

NIVEAU : L2S3  
ANNEE : 2019-2020

### ENSEIGNANT DE TD

**Sophie Laffray**, MCU

E-mail : [sophie.laffray@umontpellier.fr](mailto:sophie.laffray@umontpellier.fr) (de préférence)

Téléphone : 04 67 14 54 97 (ne laissez pas de message, ils ne seront pas écoutés)

Groupes TDs : - Série C gp D : mercredi 13h15-14h45 (salle TD 01.04)  
- Série C gp A : mercredi 15h-16h30 (salle TD 01.04)  
- Série A gp E : jeudi 11h30-13h00 (salle TD 05.19 sauf S48 5.20)  
- Série C gp B : jeudi 13h15-14h45 (salle TD 01.04)  
- Série B gp D1D2 : jeudi 15h-16h30 (salle TD 05.20)

### DESCRIPTIF DE L'UE

Crédits : 5 ECTS

Responsable : JP Roussel Enseignants de CM : JP. Roussel, S. Gaillet, F. Mennechet

Objectifs : acquisition de connaissances de bases en physiologie animale et immunologie.

Contenu : présentations du système endocrinien (JPR, structures endocrines, hormones et neurohormones), du système nerveux (JPR, SG), du milieu intérieur (SG, homéostasie, équilibres hydriques, électrolytiques et acido-basiques, sang), présentation du système immunitaire (FM)

Référence bibliographique (disponible à la BU) : « Anatomie et physiologie humaines » (Marieb, Ed. Pearson), « Bases de l'immunologie fondamentale et clinique » (Abbas et Lichtman, Ed. Elsevier)

Autres ressources : Chaine Youtube de Yves Muller (nombreux cours en vidéos sur Immunologie, Endocrinologie, Milieu intérieur et Système nerveux) ; <http://www.biu-montpellier.fr/> (fiches électroniques du livre « Mémo-guide de biologie et physiologie humaine » (Masson). Profitez-en !

Contrôle des connaissances (Loi du max, Renonciation écrite)				Heures habilitées					
CC	Ecrit	Oral	TP	CM	TD	TP	Terrain	Projet	Stage
30%	70%			36 (3x12)	9 (1.5x6) + 1 CC				

### DESCRIPTIF DES TDs

Objectifs : mettre l'accent sur les points importants des CM, s'entraider à la compréhension et à synthétiser des informations, s'entraîner aux questions et exercices.

Déroulement des TDs :

- Révision de cours
- Questions et exercices d'application (apprentissage actif autant que possible)
- Exercices à faire chez soi corrigés en début de séance suivante (consolidation)
- 1 seul contrôle continu **après la dernière séance** (pas de rattrapage possible) : note finale /20,

Prérequis pour rentabiliser une séance de TD : avoir relu le CM associé, avoir fait les exercices s'il a lieu, et arriver volontaire ☺

Conseils aux étudiants, applicables en TDs :

- Prise de parole respectueuse des autres
- Attention particulière sur l'orthographe, l'expression écrite et orale, et la syntaxe
- Etre LOGIQUE, développer un sens CRITIQUE, devenir AUTONOME

SEMAINE	TDs				
	Série C gp D (Mercredi 13h15)	Série C gp A (Mercredi 15h)	Série A gp E (Jeudi 11h30)	Série C gp B (Jeudi 13h15)	Série B gp D1-D2 (Jeudi 15h)
S43	-	-	TD Imm 1	TD SNx	TD Imm 1
S44	-	-	-	-	-
S45	TD M Int 1	TD M Int 1	TD Imm 2	TD M Int 1	TD Imm 2
S46	TD M Int 2	TD M Int 2	TD Endo1	TD M Int 2	TD M Int 1
S47	TD SNx	TD SNx	Festiscience	Festiscience	Festiscience
S48	TD Endo1	TD Endo1	TD SNx	TD Endo1	TD M Int 2
S49	TD Imm 1	TD Imm 1	TD M Int 1	TD Imm 1	TD SNx
S50	TD Imm 2	TD Imm 2	TD M Int 2	TD Imm 2	TD Endo1
S51	Contrôle continu le LUNDI 16/12/2019 de 13h15-14h45 A6.01				

**Remarques importantes :**

- 1/ Attention, ce tableau est donné à titre indicatif, et peut être adapté au cours du semestre au besoin.  
2/ Contrôle continu : questions sur tous les TDs

# BON SEMESTRE !

*Note : Les étudiant(e)s en situation de handicap sont encouragé(e)s à communiquer avec un enseignant de leur choix ou à se renseigner auprès du SAEPH (Service d'accompagnement des étudiants et des personnels handicapés).*



FABRICE ERRE



# TRAVAUX DIRIGES HLBI 302

## MILIEUX INTERIEUR

### RAPPELS DE COURS SUR LES COMPARTIMENTS LIQUIDIENS

**Compartiments liquidiens :** Liquide intracellulaire LIC + Liquide extracellulaire LEC (plasma et liquide interstitiel LI). Il y aura des échanges pour maintenir ou rétablir des équilibres (hydrique, électrolytique, acido-basique)  $\Rightarrow$  Homéostasie !

**Homéostasie (Claude Bernard – 1857),** état stable mais dynamique, essentiel à la vie autonome de l'organisme, dont les variations sont minimisées par des réponses correctrices agissant sur :

- la disponibilité des nutriments (substrats pour la production d'énergie)
- les concentrations en  $O_2$  et  $CO_2$  (produit et réactif de réactions chimiques)
- la concentration des déchets (résiduels parfois toxiques)
- le pH (acidité) qui perturbe le fonctionnement des enzymes et des organes
- la concentration en sel, eau et électrolytes (influençant le volume cellulaire)
- le volume et la pression sanguine (permettant la distribution dans l'organisme)
- la température (si elle  $\nearrow$  : augmentation de l'activité ; si elle  $\searrow$  : structures protéiques modifiées)

**Diffusion :** mouvement de molécules d'un compartiment à un autre, séparés par une membrane, sous l'effet de mouvements thermiques aléatoires de ces molécules et sans intermédiaire ; on note toujours une diffusion nette du compartiment le plus concentré vers le moins concentré. Pas d'apport d'énergie nécessaire. Ex :  $H_2O$ ,  $O_2$ , Urée,  $CO_2$ , EtOH, petites molécules hydrophobes.

**Transports avec intermédiaires :**

1- Diffusion facilitée : système utilisant un transporteur pour déplacer des molécules d'un milieu à forte concentration vers un milieu à faible concentration, à travers une membrane, mais sans énergie.

2 - Transport actif primaire : transport actif nécessitant transporteur et énergie chimique directement transférée de l'ATP vers la protéine qui peut ne transporter qu'une seule molécule (contre gradient)

3 - Transport actif secondaire : transport actif nécessitant un cotransporteur, et de l'énergie libérée par le passage transmembranaire d'une molécule qui suit son gradient de concentration, pour permettre le mouvement simultané d'une autre molécule à contre gradient.

4 - Transport vésiculaire : molécules dans un sac membranaire servant à l'exocytose et l'endocytose.

**Exemples :** 1 - canaux ioniques, 2 - Pompe Na/K ATPase (alternance à contre gradient), 3 - pompe à Glucose intestinale (avec  $2 Na^+$ , symport vers Intracellulaire), 4 - neurotransmetteurs

**Osmose :** Lorsque des solutés, dits non perméants, sont trop gros pour diffuser librement à travers une membrane, ce sera le solvant (ex :  $H_2O$ ) qui diffusera pour équilibrer les concentrations de ces molécules. Il y a diffusion nette de solvant du compartiment à faible concentration de solutés vers celui à plus forte concentration, avec ou sans intermédiaire (ex  $H_2O$  à travers la bicouche lipidique directement ou via des aquaporines).

**Osmolarité :** concentration totale de toutes les particules de solutés (perméantes et non perméantes), exprimée en osmol (Osm) par litre d'eau.  $C_{osm\ P+NP} \Rightarrow$  Osmolarité

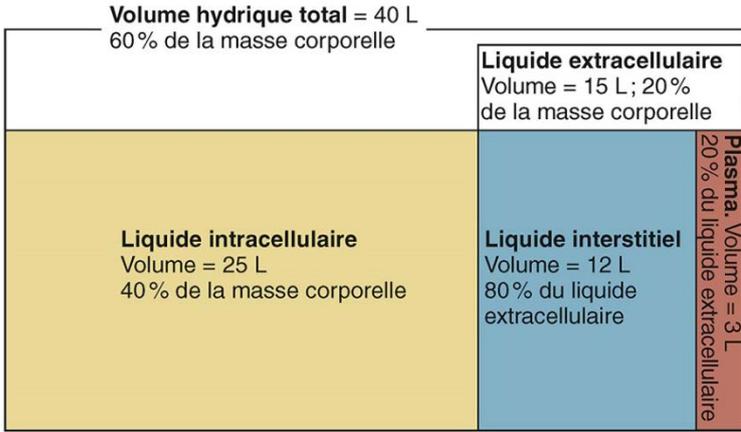
Ex : 1 osmole  $\Rightarrow$  1M de particules en solution. 1M Glucose + 1M  $MgCl_2 \Rightarrow 1 + 1 + 2 = 4$  osm/L

Solutions iso osmotiques : qui contiennent la même concentration totale de solutés.

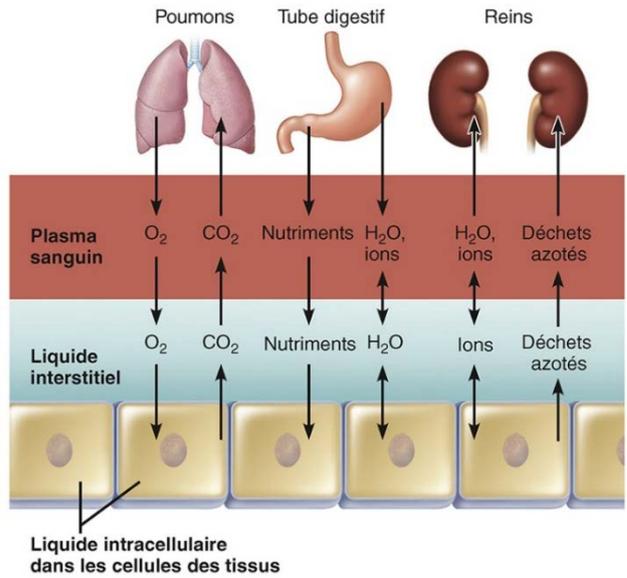
**Tonicité :** capacité d'une solution à agir sur le volume de solvant en fonction du nombre différentiel de particules non perméantes entre deux compartiments.  $C_{osm\ NP} \Rightarrow$  Tonicité  $\Rightarrow$  Osmose

Solutions isotoniques : qui contiennent la même concentration de particules solubles non perméantes.

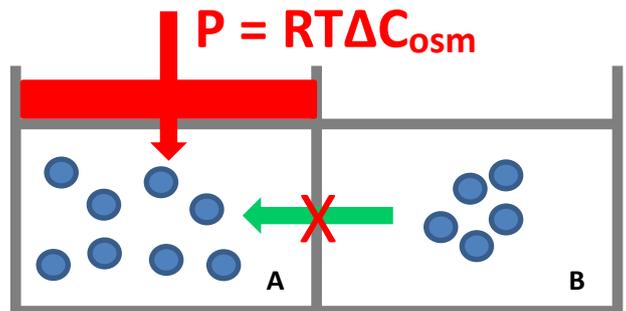
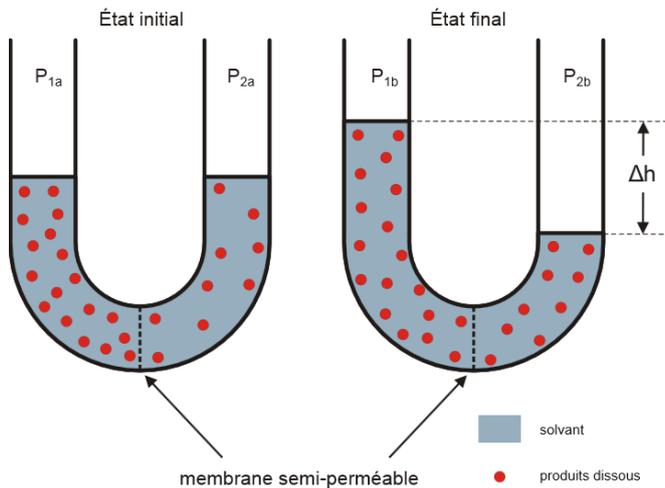
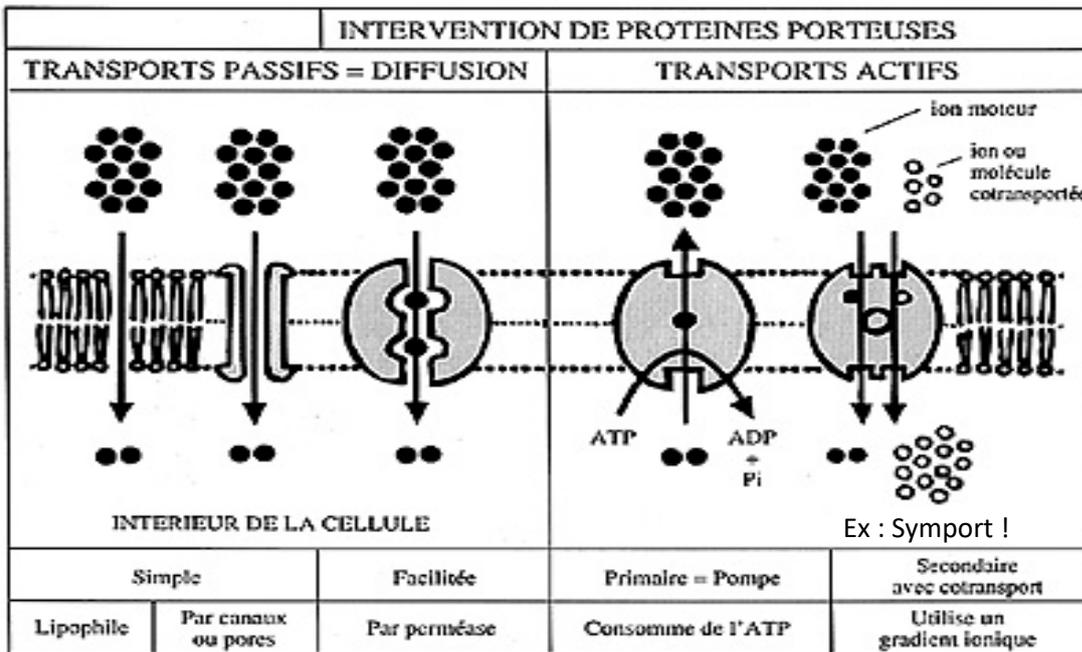
**Pression Osmotique :** pression à exercer sur une membrane pour empêcher le phénomène d'osmose et donc les variations de volumes entre 2 compartiments.  $P_{(A \rightarrow B)} = RT\Delta C_{osm} = RT(C_{osm\ A\ NP} - C_{osm\ B\ NP})$



**Figure 26.1** Principaux compartiments hydriques de l'organisme. Les volumes ont été mesurés chez un homme de 70 kg.



**Figure 26.3** Échange de gaz, de nutriments, d'eau et de déchets entre les trois compartiments hydriques de l'organisme.



**EXERCICES SUR LES EQUILIBRES HYDRIQUES ET OSMOLARITE**

**Rappel sur les différentes façons de calculer des concentrations**

Concentration **molaire** :  $C = m / MV$  (m en g ; M ou PM en g/mol ; V en L ; donc C en **mol/L** ou M molaire

⇒ relative à la quantité de matière en mol/L

Concentration **massique** :  $C = m / V$

⇒ relative à la quantité de matière en **g/L**

Concentration **osmotique** ou osmolarité :  $C_{osm} = C * n_{particules}$  (C mol/L ; donc C osm en **osm/L**)

⇒ relative à la quantité de particules

Concentration **ionique** ou équivalence :  $C_{eq} = C * n_{charges}$  (C en mol/L ; donc C eq en **Eq/L**)

⇒ relative à la quantité de charges

**$C_i V_i = C_f V_f$**  ⇒ correspondance entre concentration et volume après dilution

**Exercice 1 :**

On prépare une solution molaire (1M) de  $CaCl_2$ . Quelles sont son osmolarité et son équivalence (concentration ionique) ?

**Exercice 2 :**

On prépare une solution de 1L contenant :

1,3514 mL de HCl à 7,4M	PM= 36,5 g/mol
0,5556 mL de $H_2SO_4$ à 36M	PM= 98 g/mol
11,1g de $CaCl_2$	PM= 111 g/mol
9g de glucose	PM= 180 g/mol

Calculer l'osmolarité et l'équivalence de cette solution.

Résultats :	HCl	$H_2SO_4$	$CaCl_2$	Glucose
<b>C(M)</b>				
<b>Forme ionisée</b>				
<b>n particules</b>				
<b>n charges</b>				
<b>Osmolarité</b>				
<b>C ionique</b>				
<b>Résultat solution</b>				

**Exercice 3 :**

Comment évoluera le volume d'une cellule lorsqu'elle sera placée dans les solutions suivantes ?

On rappelle que le liquide intracellulaire (LIC) a la même osmolarité que le plasma, c'est-à-dire : 300mosml/L et on considère ici que rien, dans le LIC, n'est perméant.

Donner l'osmolarité (iso, hypo, ou hyper osmotique ?) et la tonicité (iso, hypo, ou hyper tonique ?) de chacune de ces solutions.

Solution	NaCl (non-perméant) en mM	Urée (perméante) en mM
<b>A</b>	150	100
<b>B</b>	100	150
<b>C</b>	200	100
<b>D</b>	100	50



**Exercice 4 :**

Considérons les concentrations ioniques suivantes dans les compartiments **A** et **B** :

**A**  $[Na^+] = 150 \text{ mEq.L}^{-1}$   $[K^+] = 5 \text{ mEq.L}^{-1}$   $[Cl^-] = 138 \text{ mEq.L}^{-1}$   $[Protéines 17^-] = 17 \text{ mEq.L}^{-1}$

**B**  $[Na^+] = 141.5 \text{ mEq.L}^{-1}$   $[K^+] = 4,7 \text{ mEq.L}^{-1}$   $[Cl^-] = 146.25 \text{ mEq.L}^{-1}$

Les ions du compartiment A s'équilibrent avec ceux du compartiment B par l'intermédiaire d'une membrane perméable à l' $H_2O$  et aux ions SAUF aux PROTEINES.

a/ Quelles sont les concentrations osmolaires de A et de B ?

b/ Quelle est la différence de pression osmotique entre les deux compartiments ? En déduire s'il y a des mouvements d' $H_2O$  et dans quel sens ?

On donne  $R = 8.31 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} / \text{mol} \cdot \text{K}$  ou  $0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}$   $T = 310^\circ \text{K}$

**EXERCICES SUPPLEMENTAIRES AVEC CORRECTIONS****Exercice S1 :**

- a/ Calculer la molarité ou concentration molaire d'une solution aqueuse contenant 585mg de NaCl par litre d'eau. On donne Na : PM= 23g/mol ; Cl : PM=35,45g/mol  
 b/ Calculer l'osmolarité de la solution précédente, considérant que la totalité du NaCl soit ionisé.  
 c/ Calculer la concentration ionique de la solution précédente  
 d/ On rajoute à la solution de NaCl, 600mg d'urée (PM=60g/mol). La concentration ionique est-elle modifiée ? L'osmolarité est-elle modifiée ? Si oui, calculer les nouvelles valeurs.

Résultats :

a/  $M = mCV$  donc  $C = m / MV = 0,585 / (23+35,45) * 1 = 10 \text{ mM}$  (10 mmol/L) = **0,01 M** (0,01 mol/L)  
 $C \text{ (mol/L ou M)} = m(g) / M(g/mol) V \text{ (L)}$

b/  $C \text{ osm} = C * n$  (nb de particules)  
 avec NaCl  $\Rightarrow Na^+ + Cl^- \Rightarrow 2$  particules  $C_{osm} = 0,01 * 2 = 0,02 \text{ osm/l} = 20 \text{ mosm/L}$

c/  $C \text{ Eq} = C * n$  (nb de charge) avec  $Na^+ + Cl^- \Rightarrow 2$  charges

$C \text{ Eq} = 0,01 * 2 = 0,02 \text{ Eq/L} = 20 \text{ mEq/l}$

Remarque : on a calculé 3 types de concentrations : la concentration molaire, la concentration osmolaire ou osmolarité et la concentration ionique

d/ Calculons osmolarité et  $C_{eq}$  de Urée

-  $C \text{ Urée} = m / V * M = 0,600 / (1 * 60) = 0,01 \text{ mol/l (ou M)} = 10 \text{ mM}$

-  $C \text{ Eq urée} = C \text{ Urée} * n \text{ charges} = 0,01 * 0 = 0 \text{ Eq/l}$

-  $C \text{ Eq solution} = C \text{ Eq NaCl} + C \text{ Eq Urée} = C \text{ Eq NaCl} + 0$  **inchangée**

-  $C \text{ osm solution} = C \text{ osm NaCl} + C \text{ osm Urée} = 0,02 + 0,01 * 1 \text{ (Urée)} = 0,03 \text{ osmol/l} = 30 \text{ mosmol/l}$

**Exercice S2 :**

Quelle quantité de NaCl en g/l faut-il rajouter à une solution glucosée de 10g/l pour obtenir une solution iso osmotique au plasma. On précise que le plasma a une osmolarité identique à celle d'une solution de NaCl à 9g/l. De plus, PM Na = 23g/mol, PM Cl = 35.5g/mol, PM glucose = 180g/mol

Résultats : il faut donc calculer les osmolarités du plasma, de la solution glucose et les comparer pour trouver l'osmolarité du NaCl en solution à rajouter et donc la quantité.

**a/ osmolarité du plasma :** 9g/L de NaCl  $\Rightarrow Na^+ + Cl^-$  soit  $n=2$  particules

$C = m / VM = 9 / (58,5 * 1) = 153,8 \text{ mM}$

$C \text{ osm} = 153,8 * 2 = 307,6 \text{ mosmol/L}$

**b/ osmolarité de la solution glucose :** 10 g/L de Glucose et  $n = 1$

$C = m / VM = 10 / (180 * 1) = 55,5 \text{ mM}$

$C \text{ osm} = 55,5 * 1 = 55,5 \text{ mosmol/L}$

**c/ comparaison et conclusion :**  $\neq C \text{ osm} = 307,6 - 55,5 = 252,1 \text{ mosmol/L NaCl} = C * 2$

donc  $C = 252,1 / 2 = 126 \text{ mM}$  et  $m = CVM = 0,126 * 1 * 58,5 = 7,37 \text{ g/L de NaCl}$

**Exercice S3 :**

Parmi les solutions suivantes, quelles sont celles qui ont la même osmolarité ? Les valeurs données sont en mM.

Solution	Glucose	Urée	NaCl	CaCl <sub>2</sub>
A	20	30	150	10
B	10	100	20	50
C	100	200	10	20
D	30	10	60	100

Résultats :  $Osm X = osm \text{ glucose} + osm \text{ urée} + osm \text{ NaCl} + osm \text{ CaCl}_2$  ;  $C \text{ osm} = C * \text{nb particules}$

$$\text{Cosm A} = (20 * 1) + (30 * 1) + (150 * 2) + (10 * 3) = 20 + 30 + 300 + 30 = 380 \text{ mosmol/L}$$

$$\text{Cosm B} = (10 * 1) + (100 * 1) + (20 * 2) + (50 * 3) = 10 + 100 + 40 + 150 = 300 \text{ mosmol/L}$$

$$\text{Cosm C} = (100 * 1) + (200 * 1) + (10 * 2) + (20 * 3) = 100 + 200 + 10 + 20 = 380 \text{ mosmol/L}$$

$$\text{Cosm D} = (30 * 1) + (10 * 1) + (60 * 2) + (100 * 3) = 30 + 10 + 120 + 300 = 460 \text{ mosmol/L}$$

**A et C ont même osmolarité : 380 mosmol/L**

**Exercice S4 :**

Supposons qu'une membrane séparant 2 compartiments est perméable à l'urée mais imperméable au NaCl. Le compartiment 1 (C1) est constitué de 200mmol/L de NaCl et de 100mmol/L d'urée. Le compartiment 2 (C2) est lui formé de 100mmol/L de NaCl et de 300mmol/L d'urée. Quel compartiment verra son volume augmenter, à l'équilibre osmotique ?

Résultats :

$$\text{Osmolarité C1 : } C \text{ osm} = C \text{ osm urée} + C \text{ osm NaCl} = (100 * 1) + (200 * 2) = 500 \text{ mosmol/L}$$

$$\text{Osmolarité C2 : } C \text{ osm} = C \text{ osm urée} + C \text{ osm NaCl} = (300 * 1) + (100 * 2) = 500 \text{ mosmol/L}$$

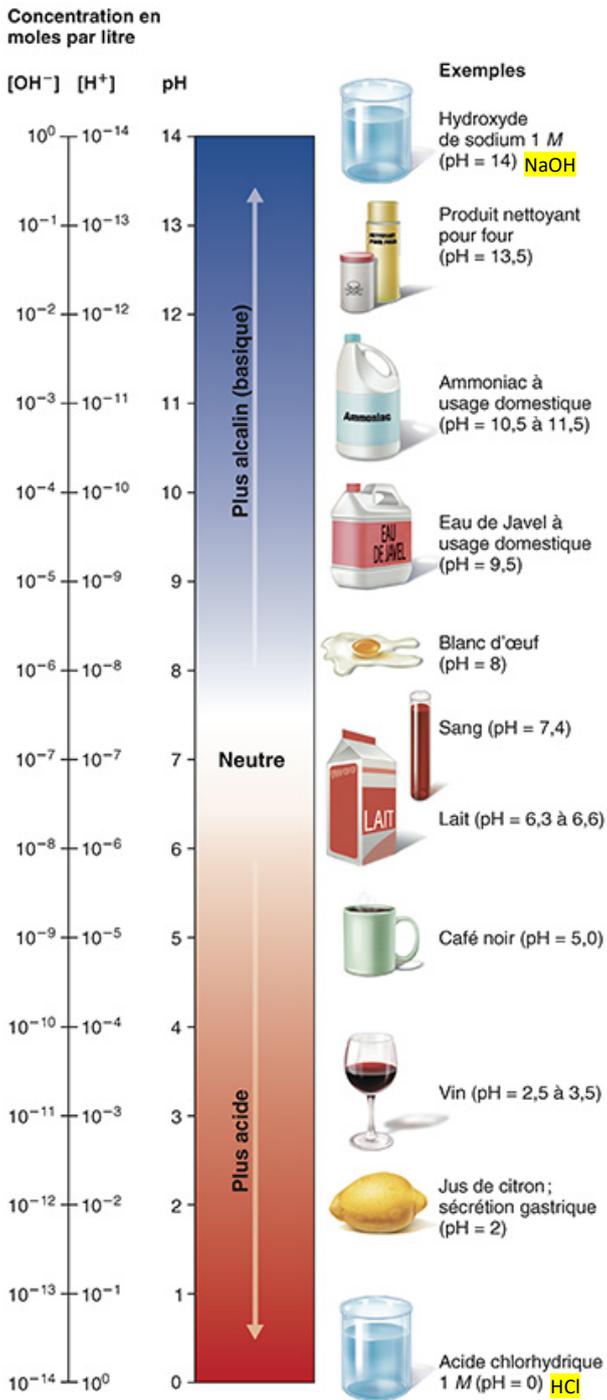
C1 est iso osmotique par rapport à C2. **On est à l'équilibre osmotique**

Tonicité : Urée pénétrant et NaCl non pénétrant, par conséquent on ne tient compte que du NaCl

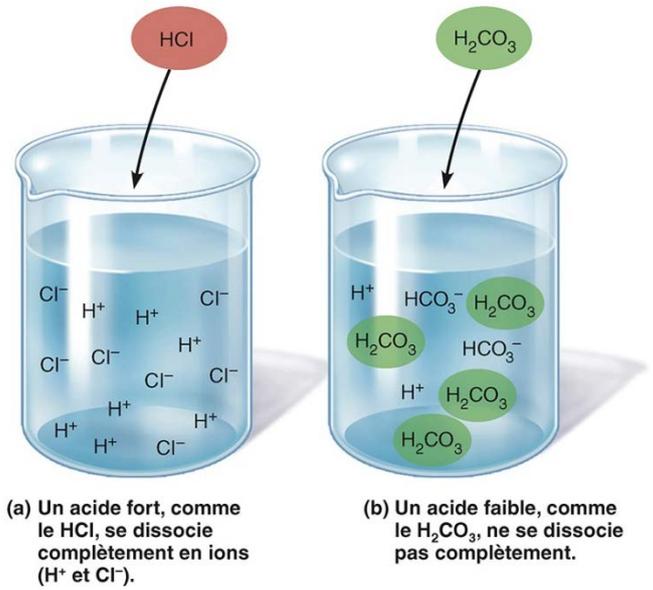
$$C1 \text{ (osm NaC} = 400 \text{ mosmol/L)} > C2 \text{ (osm NaC} = 200 \text{ mosmol/L)}$$

C1 est hypertonique par rapport à C2. **Par osmose, mouvement d'eau de C2 moins concentré vers C1.**

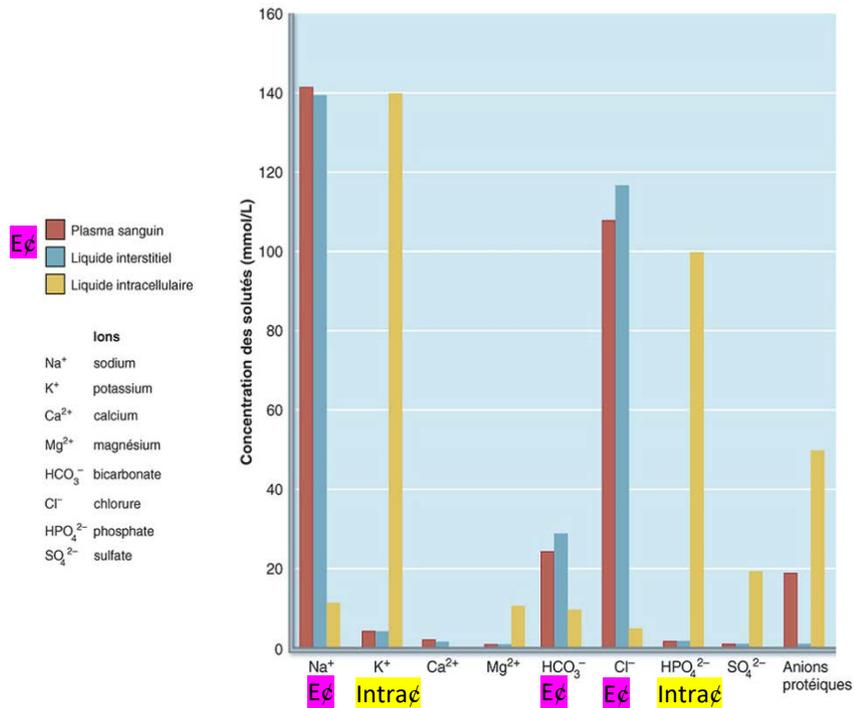
**RAPPELS DE COURS SUR LES EQUILIBRES ACIDO-BASIQUES**



**Figure 2.13** Échelle des pH et pH de quelques substances représentatives. L'échelle des pH est une mesure du nombre d'ions hydrogène en solution. Pour chaque unité de pH, on a indiqué la concentration des ions hydrogène ([H<sup>+</sup>]) et la concentration des ions hydroxyle ([OH<sup>-</sup>]) en moles par litre. À un pH de 7, les concentrations d'ions hydrogène et hydroxyle sont égales et la solution est neutre.



**Figure 26.11** Dissociation d'un acide fort et d'un acide faible.



**Figure 26.2** Composition électrolytique du plasma sanguin, du liquide interstitiel et du liquide intracellulaire. La très faible concentration des ions Ca<sup>2+</sup> dans le liquide intracellulaire (10<sup>-4</sup> mmol/L) n'inclut pas les réserves de calcium se trouvant dans les organites. La forte concentration des ions HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dans le liquide intracellulaire compte les grandes quantités d'ions liés aux métabolites intermédiaires, aux protéines et aux lipides.

**QUESTIONS SUR LES EQUILIBRES ACIDO-BASIQUES**

**Q1** - Rappeler ce que sont les pH neutres chimiques et physiologiques, ainsi que les limites compatibles avec la vie humaine.

**Q2** - Chez 4 sujets, on a mesuré le pH plasmatique et la concentration de bicarbonate dans le plasma. A chaque sujet associez la situation correspondante.

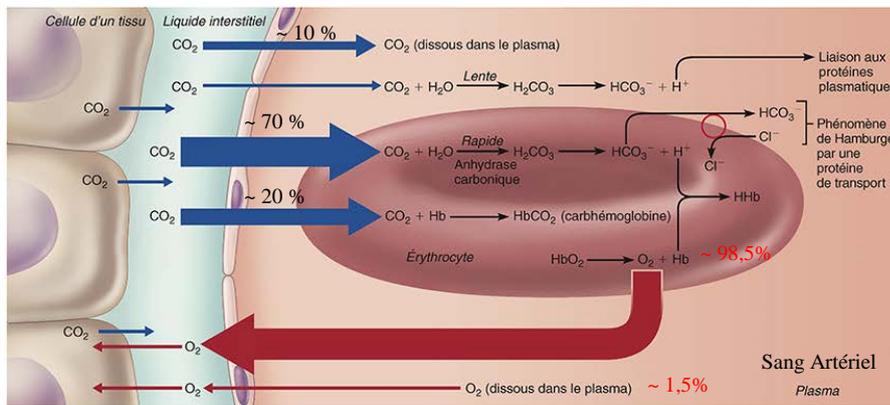
- 1) Gros fumeur atteint de bronchite chronique
- 2) Sujet en bonne santé
- 3) Sujet qui vomit depuis 3 jours (excrétion de H<sup>+</sup>)
- 4) Enfant ayant avalé par erreur de l'antigel (éthylène-glycol qui donne de l'ac. glycolique et oxalique).

On donne [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]<sub>physiologique</sub> compris entre 22 et 29 mM     $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mM)	n°	Perturbation	Justification
A	7,65	48			
B	7,37	27			
C	7,29	16			
D	7,3	36			

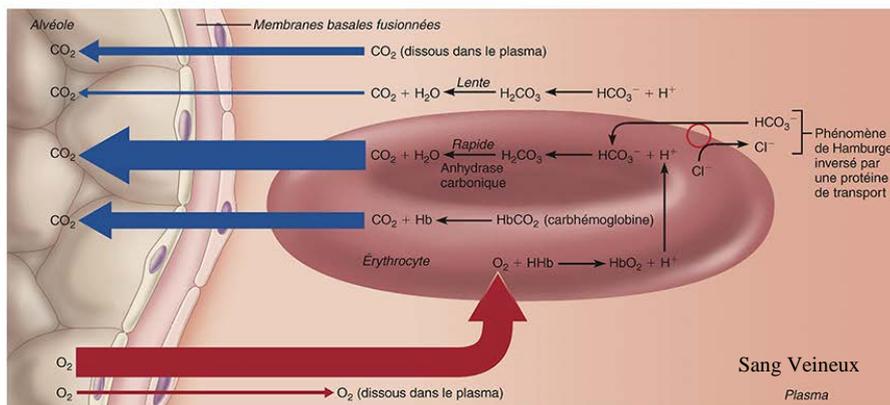
**Q3** - Définir un système tampon et citer ceux qui vont réguler la concentration de H<sup>+</sup> dans le corps humain. Préciser pour chacun d'eux à quelle échelle de temps ils interviennent pour compenser une acidose ou une alcalose et dans quel(s) compartiment(s) liquidien(s) ils agissent.

Pour rappel au niveau respiratoire :



(a) Libération d'oxygène et absorption de gaz carbonique au niveau tissulaire

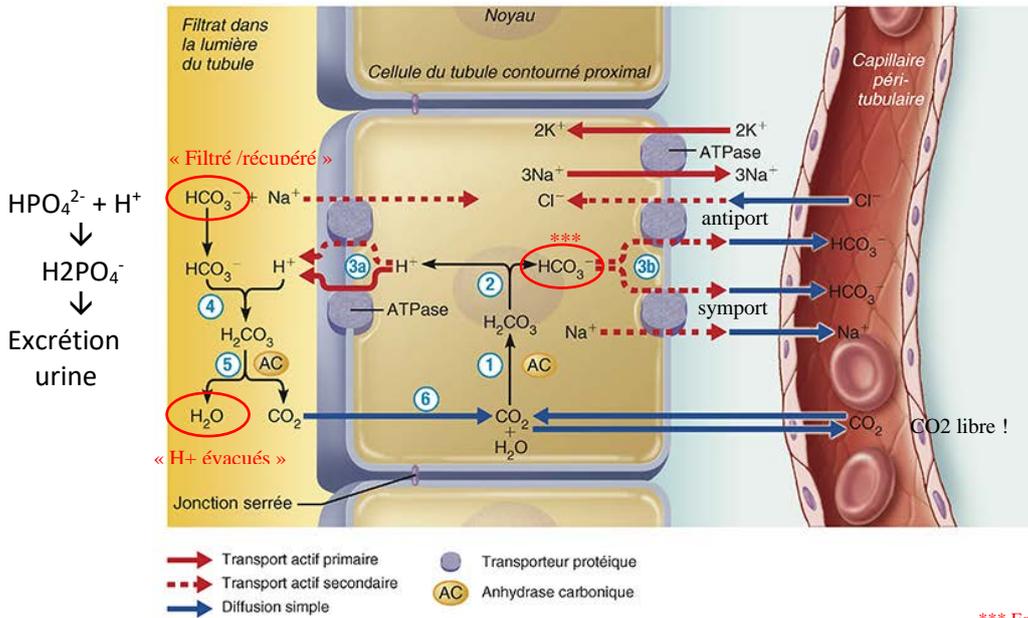
Dans l'érythrocyte, l'Anhydrase Carbonique AC accélère 5000 fois la réaction par rapport à celle qui se passe dans le plasma.  
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$



(b) Absorption d'oxygène et libération de gaz carbonique au niveau des poumons

Figure 22.22 Transport et échange du CO<sub>2</sub> et de l'O<sub>2</sub>. La grosseur des flèches indique les quantités relatives d'O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub> transportées de chacune des façons. (La désoxyhémoglobine est représentée par le symbole « HHb ».)

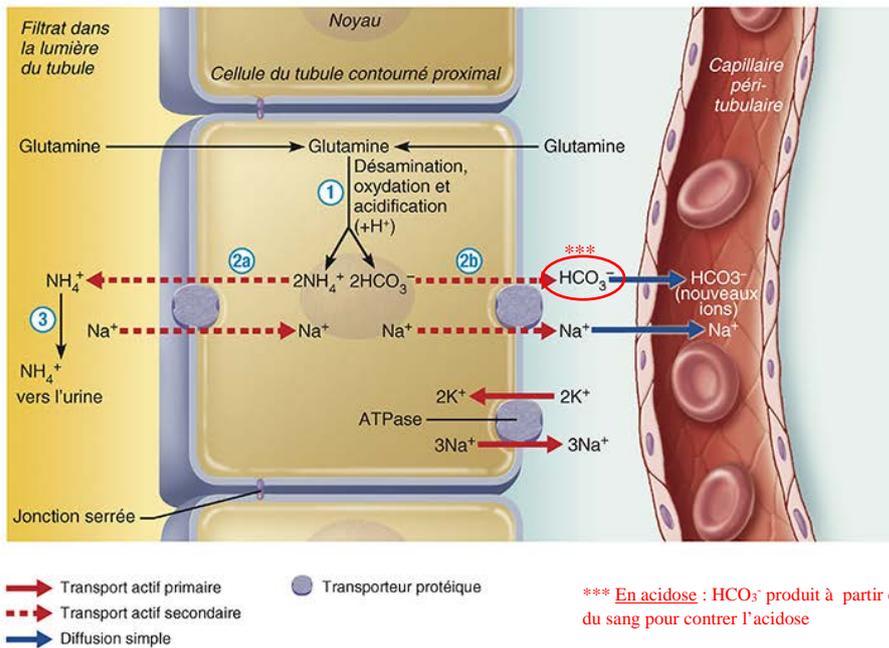
Pour rappel au niveau rénal :



- ① Le  $\text{CO}_2$  se combine à l'eau dans la cellule du tubule pour former de l'acide carbonique ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).
- ② Le  $\text{H}_2\text{CO}_3$  se dissocie rapidement pour former les ions  $\text{H}^+$  et bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ).
- ③a Des ions  $\text{H}^+$  sont sécrétés dans le filtrat.
- ③b Pour chaque ion  $\text{H}^+$  sécrété, un ion  $\text{HCO}_3^-$  pénètre dans le capillaire péri-tubulaire soit par symport avec  $\text{Na}^+$ , soit par antiport avec  $\text{Cl}^-$ .
- ④ Les ions  $\text{H}^+$  sécrétés se lient aux ions  $\text{HCO}_3^-$  présents dans le filtrat et forment du  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Des ions  $\text{HCO}_3^-$  disparaissent du filtrat à mesure que d'autres (formés dans les cellules tubulaires) entrent dans le sang du capillaire péri-tubulaire.
- ⑤ Le  $\text{H}_2\text{CO}_3$  formé dans le filtrat se dissocie et libère du  $\text{CO}_2$  et du  $\text{H}_2\text{O}$ .
- ⑥ Le  $\text{CO}_2$  diffuse dans les cellules tubulaires, et il y accroît la sécrétion d'ions  $\text{H}^+$ .

Figure 26.12 La réabsorption des ions  $\text{HCO}_3^-$  filtrés est couplée à la sécrétion des ions  $\text{H}^+$ . Remarque: la dissociation de  $\text{H}_2\text{CO}_3$  en  $\text{CO}_2$  et en  $\text{H}_2\text{O}$  dans la lumière du tubule est catalysée par l'anhydrase carbonique seulement dans le tubule contourné proximal.

\*\*\* **En acidose** :  $\text{HCO}_3^-$  filtré /récupéré de l'urine + produit à partir du  $\text{CO}_2$  du sang pour contrer l'acidose.  
 \*\*\* **En alcalose** : pompe  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  ne fonctionne pas donc le  $\text{HCO}_3^-$  filtré est évacué (urine), seul celui formé à partir du  $\text{CO}_2$  du sang est récupéré (réserve alcaline).



- ① Les cellules du tubule contourné proximal synthétisent des ions  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{HCO}_3^-$  à partir de la glutamine.
- ②a Les ions  $\text{NH}_4^+$  (ammonium, un acide faible) sont sécrétés dans le filtrat en occupant le site du  $\text{H}^+$  sur l'antiporteur  $\text{H}^+/\text{Na}^+$ .
- ②b Pour chaque ion  $\text{NH}_4^+$  sécrété, un ion bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) entre dans le sang des capillaires péri-tubulaires par symport.
- ③ Le  $\text{NH}_4^+$  est excrété dans l'urine.

\*\*\* **En acidose** :  $\text{HCO}_3^-$  produit à partir de la Glutamine du sang pour contrer l'acidose

Figure 26.14 Production d'ions  $\text{HCO}_3^-$  grâce au métabolisme de la glutamine aa non essentiel, et aa libre le plus abondant et à la sécrétion d'ions  $\text{NH}_4^+$ .

## **EXERCICES ECHANGES ENTRE COMPARTIMENTS - EQUILIBRE HYDRO-MINERAL**

### **Exercice 1 : Déséquilibres hydriques et Starling**

- 1- Rappeler, en s'aidant d'un schéma et en définissant les différentes pressions, le principe de l'équilibre de Starling au niveau des artérioles et des veinules.
- 2 - Calculer les flux nets ou pressions nettes de filtrations (PNF) artériolaires et veineux en conditions physiologiques.
- 3 - Expliquer le sens de ces flux.
- 4 - Les vaisseaux lymphatiques drainent et éliminent les surplus de liquide interstitiel. Que se passe-t-il s'ils sont saturés ?
- 5 - On diagnostique une hypoprotéïnémie (faible concentration plasmatique en protéines, notamment l'albumine) chez un patient. Quelle en est la conséquence ? Pourquoi ?

**Exercice 2 :** Expliquer pourquoi et comment l'équilibre hydrique, l'équilibre sodique et la pression artérielle vont de pair dans la physiologie humaine. Préciser les régulations hormonales impliquées.

# TRAVAUX DIRIGES HLBI 302

## ENDOCRINOLOGIE

### RAPPELS DE COURS SUR LE SYSTEME ENDOCRINIEN

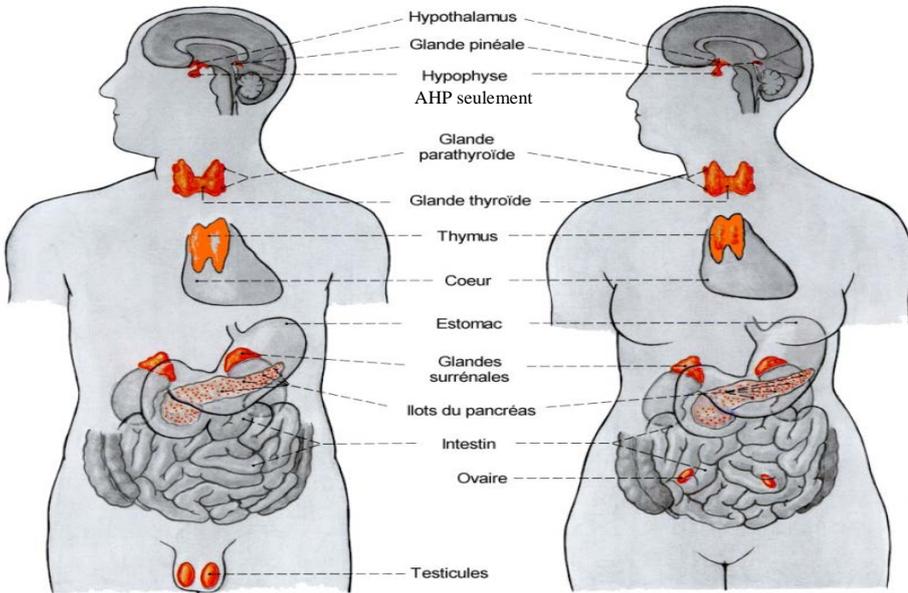


Figure 1 : Glandes, organes et structures nerveuses à fonction endocrine

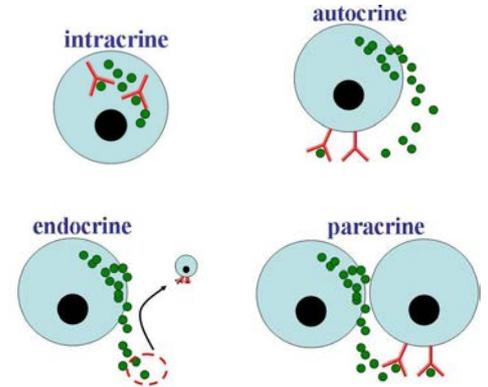


Figure 2 : Différents modes de communication (Intracrine : H stéroïdiennes ; Autocrine dans les épithéliums glandulaires ; Paracrine surtout chez l'embryon.

Type d'hormones	Biosynthèse	Solubilité / Transport	Récepteurs / cellules cibles
<b>H Peptidiques</b> (chaîne d'acides aminés) Ex : Insuline, glucagon, parathormone, GH, ADH	- Précurseurs protéiques synthétisés par les ribosomes - REG puis AG pour maturation - H actives stockées dans vésicules (donc quantité basale toujours présente) - libération par exocytose dans le sang quand signal	- Hydrosolubles - Transport libre dans le sang - 1/2 vie de quelques minutes	
<b>H type Amines</b> (dérivés de la tyrosine) Ex : Mélatonine, H thyroïdiennes, Adré/Noradrénaline	- Intervention d'enzymes successives pour modifier la structure de la tyrosine - ex Adrénaline : hydroxylase, décarboxylase, transférase - ex H thyroïdiennes : ajout de cycles et d'atomes d'I (formation de MIT puis DIT puis T3 et T4)	- Hydrosolubles en général - Transport libre dans le sang - exception : catécholamines hydrosolubles mais parfois transportée par l'albumine et <b>H thyroïdiennes liposolubles</b> - 1/2 vie de quelques secondes	
<b>H Stéroïdiennes</b> (dérivés du cholestérol) Ex : Cortisol, aldostérone, progestérone, œstradiol, testostérone, dérivé de vitamine D	- Intervention d'enzymes successives pour modifier la structure du cholestérol - enzymes différentes selon les tissus et donc diversité des H stéroïdiennes - pas de stockage vésiculaire ; au signal, H directement dans le sang ; quantité d'H dépend de la vitesse de synthèse	- Liposolubles - Transport dans le sang grâce à des protéines plasmatiques spécifiques ou non - 1/2 vie d'environ 1h	

Table 1 : Propriétés des différents types d'hormones (H)

**RAPPELS DE COURS SUR L'AXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRE**

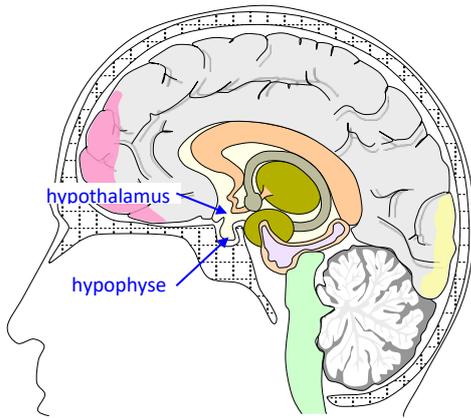


Figure 1 : Localisation hypothalamus/hypophyse

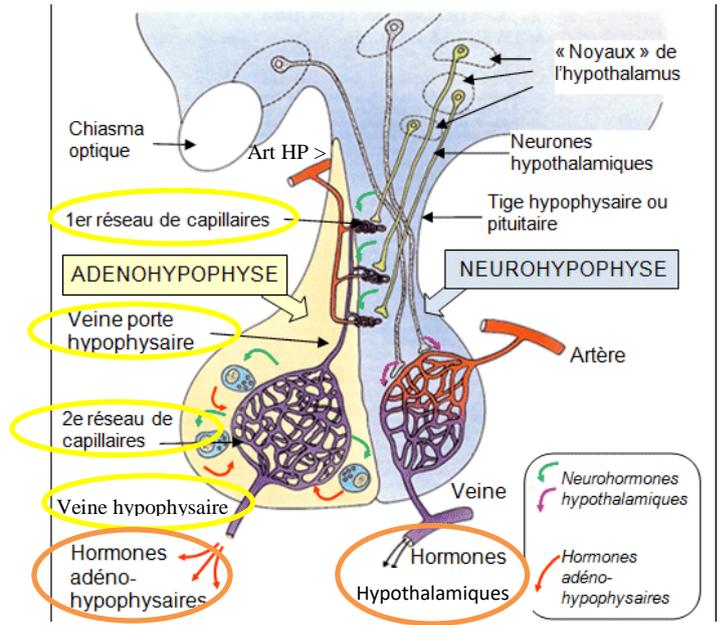
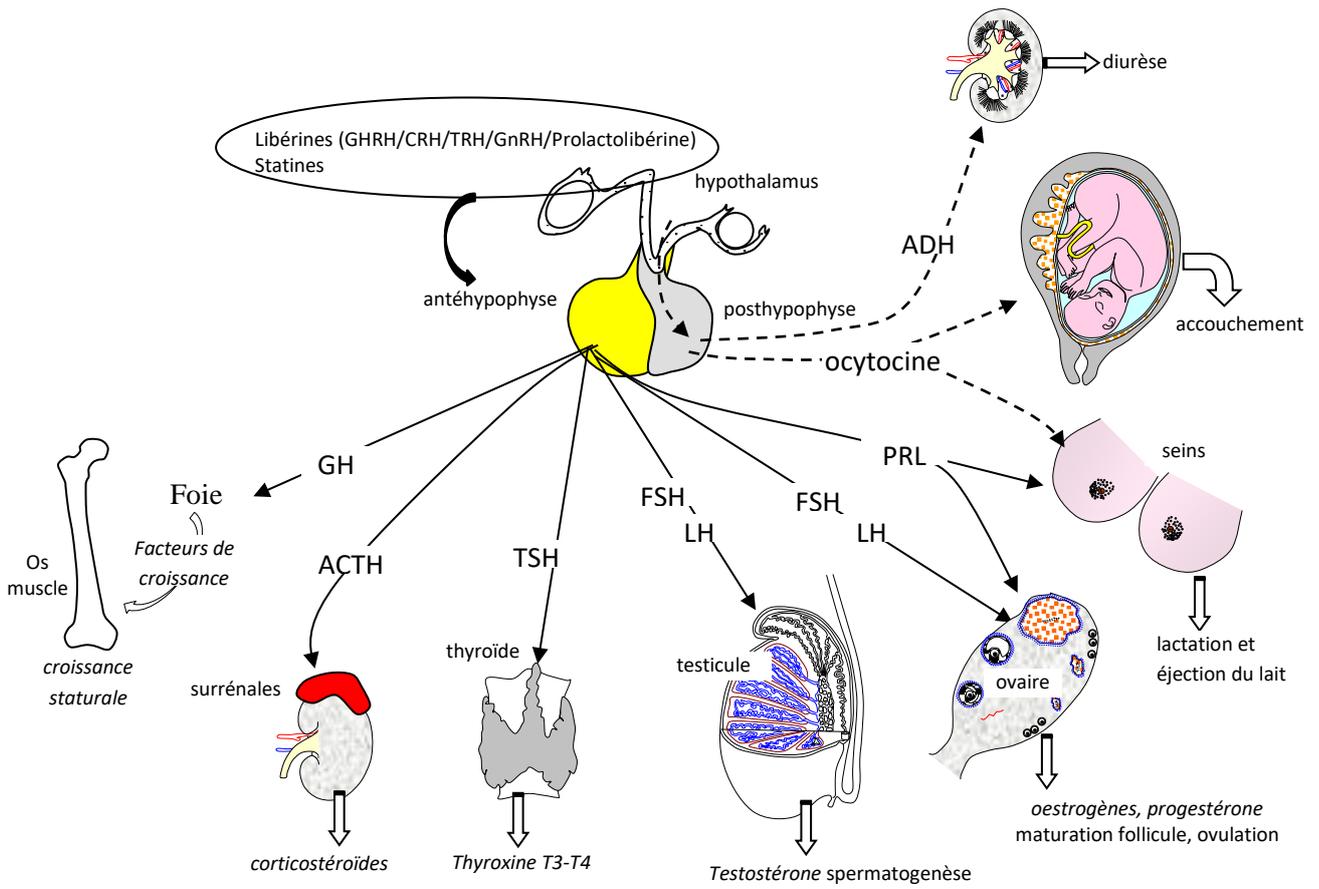


Figure 2 : Hypophysés antérieure et postérieure



Notes corticostéroïdes :

- Minéralocorticoides : Aldostérone (Na<sup>+</sup> et eau réabsorbés, volume et PA ↑)
- Glucocorticoides : cortisol surtout, cortisone, corticostérone (↑ glycémie par néoglucogénèse à partir de lipides)

Figure 3 : Hormones de l'adénohypophyse et de la neurohypophyse

**QUESTIONS SUR LE SYSTEME ENDOCRINIEN ET SUR L'AXE HT-HP**

**Q1** - Quels sont les deux grands systèmes qui régulent l'homéostasie dans l'organisme ?

**Q2** - Définir neurotransmetteur, hormone et neurohormone (points communs et différences) ?

	<b>Neurotransmetteur</b>	<b>Hormone</b>	<b>Neurohormone</b>
<b>Cellule de production</b>			
<b>Mode de stockage</b>			
<b>Libération</b>			
<b>Distance d'action</b>			
<b>Rapidité d'action</b>			
<b>Cellule réceptrice</b>			
<b>Exemples</b>			
<b>Quelques cas particuliers</b>			

**Q3**- Grâce à 4 exemples, illustrez les différents types de stimulation de la libération d'hormones.

**Q4**- Définissez la rétroaction négative et citez un exemple illustratif sur l'axe thyroïdienne ?

**Q5-** Faites correspondre les hormones ou neurohormones avec les « glandes » listées ci-dessous qui les sécrètent / libèrent, et donnez leurs rôles.

« Glandes » : Thyroïde, cœur, pancréas, testicule, hypothalamus (HT), médullo-surrénale, ovaire, post-hypophyse (PHP), hypothalamus, anté-hypophyse (AHP), corticosurrénale, parathyroïde, tractus gastro-intestinal.

« Glande » Sécrétrice / libératrice	Hormone / NeuroHorm.	Rôles de l'Hormone ou de la Neurohormone
	⇒ Adrénaline ⇒	
	⇒ Vasopressine ⇒	
	⇒ Thyroxine ⇒	
	⇒ Parathormone ⇒	
	⇒ Insuline ⇒	
	⇒ Cortisol ⇒	
	⇒ Ocytocine ⇒	
	⇒ GH ⇒	
	⇒ Testostérone ⇒	
	⇒ Œstrogènes ⇒	
	⇒ Progestérone ⇒	
	⇒ Prolactine ⇒	
	⇒ Gastrine ⇒	
	⇒ Aldostérone ⇒	
	⇒ FNA ⇒	
	⇒ Leptine ⇒	

**RECAPITULATIF DES CONNAISSANCES : VRAI / FAUX AVEC CORRECTIONS**

	VRAI	FAUX
1 - La neurohypophyse est une glande endocrine.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - L'adénohypophyse ne sécrète pas d'hormone qui lui sont propres.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - La connexion entre l'hypothalamus et l'adénohypophyse est vasculaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Les libérines sont des hormones hypophysaires.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Ovaires et testicules appartiennent à l'axe somatotrope.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Tous les axes hypothalamo-hypophysaires sont constitués de 3 « étages ».	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - La GnRH et la GH font partie de l'axe somatotrope.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Le rein, le cœur et le pancréas ont une activité amphicrine.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - Le message hormonal est codé en concentration d'hormone et le message nerveux en fréquence de potentiels d'action.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 - Les hormones ont une durée de vie de quelques minutes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 - Le foie et le rein sont les organes de dégradation des hormones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 - Les produits de dégradation des hormones sont excrétés dans la bile.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 - Les hormones contrôlent la perméabilité membranaire mais pas la synthèse de protéines.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14 - Toutes les hormones de type amines se lient à des récepteurs membranaires.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 - Les hormones peptidiques à longue durée de vie peuvent induire de la synthèse protéique.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 1 - **Faux**, car elle libère seulement les NeuroH de l'HT (ADH et ocytocine)
- 2 - **Faux** : si l'AHP libère ses propres hormones contrairement à la PHP qui sécrète celles de l'HT
- 3 - **Vrai** : et celle entre HT et PHP est dite nerveuse
- 4 - **Faux** : Les libérines et les statines sont des neurohormones hypothalamiques
- 5 - **Faux** : Organes cibles de l'axe somatotrope = Foie, os, muscles
- 6 - **Vrai** : HT/AHP/Cible
- 7 - **Faux** : c'est la **GH**RH
- 8 - **Faux** : le cœur n'a pas d'activité exocrine, juste endocrine avec l'hormone FNA
- 9 - **Vrai** : mais les deux systèmes font intervenir des messagers chimiques.
- 10 - **Faux** : peptidiques oui, certaines de qq sec (amines), d'autres d'environ 1h (stéroïdes)
- 11 - **Vrai** : foie très irrigué, rôle de détox +++ ; rein dégradera les peptides entre autre.
- 12 - **Faux** : l'excrétion se fait forcément dans un conduit donnant sur l'extérieur de l'organisme, donc dans l'urine +++ et dans les fèces un peu
- 13 - **Faux** : Si elles peuvent contrôler la perméabilité membranaire, l'activité d'enzyme, la synthèse protéique, et des activités sécrétoires/ contractiles/ mitotiques
- 14 - **Faux** : non car les H thyroïdiennes sont amines mais liposolubles, traversent la membrane seule et se lient à des récepteurs intracellulaires, voir nucléaires.
- 15 - **Faux** : H peptidique ont une ½ vie courte donc une action rapide et donc vont plus agir sur les canaux et les enzymes. Par contre les hormones stéroïdiennes à longue ½ vie pourront agir sur la synthèse protéique.



# TRAVAUX DIRIGES HLBI 302

## IMMUNOLOGIE

### RAPPELS DE VOCABULAIRE EN IMMUNOLOGIE :

**Immunité** : aptitude d'un organisme à se défendre contre tout élément étranger ou contre un élément du soi devenu néfaste (ex : cellules cancéreuses). Elle peut être induite naturellement (ex : contact *actif* avec un agent pathogène ; anticorps maternels transmis *passivement* au bébé lors de la grossesse et de la lactation), ou artificiellement (ex : vaccination *active* ; sérothérapie *passive*).

⇒ Reconnaissance du **soi** (et du non soi inoffensif !) et **le tolérer**

⇒ Reconnaissance du **non soi** (et du soi néfaste) et **le rejeter**.

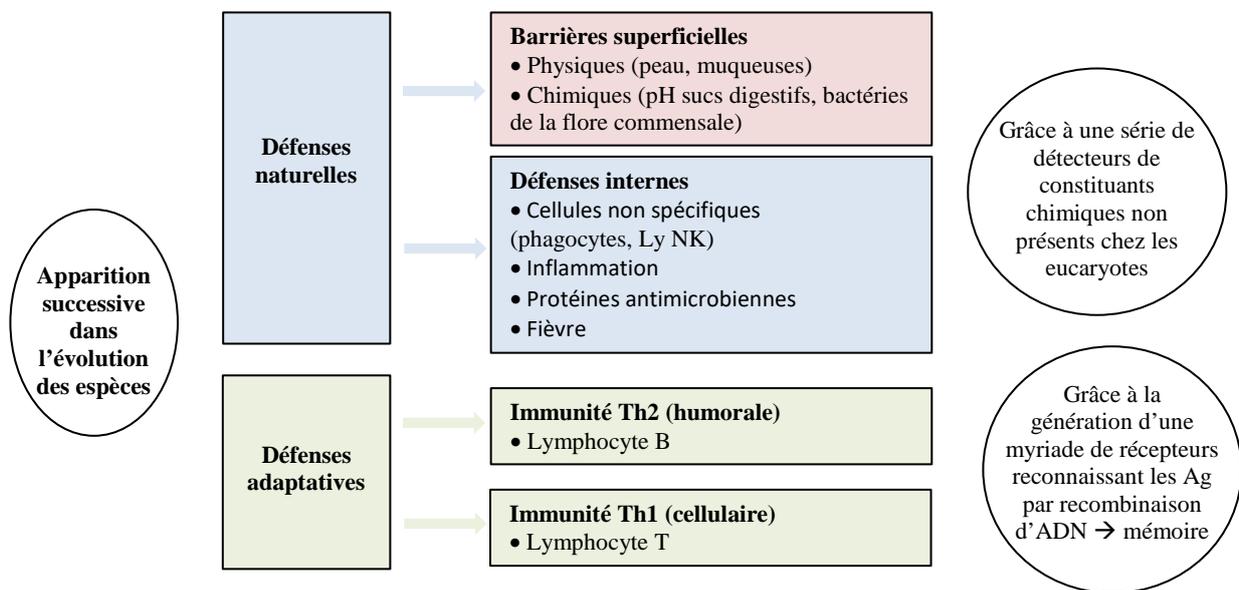


Figure 1 : Aperçu des défenses naturelles et adaptatives

### Table des abréviations :

<b>Ag</b> : antigène - <b>DAG</b> : déterminant antigénique	<b>Ac</b> : Anticorps	<b>Ig</b> : Immunoglobuline
<b>Ly</b> : Lymphocyte	<b>CD</b> : cluster of differentiation	<b>NK</b> : Natural Killer
<b>BCR</b> : Récepteur des Ly B	<b>TCR</b> : Récepteur des Ly T	<b>CPA</b> : cellule présentatrice d'Ag
<b>DC</b> : cellule dendritique	<b>IL</b> : interleukine	<b>IFN</b> : Interféron
<b>CMH</b> : complexe majeur d'histocompatibilité	<b>HLA</b> : Antigène des leucocytes humains	<b>F(ab)</b> : fraction de liaison Ac-Ag
<b>Fc</b> : fraction cristallisable, constante des Ig	<b>HC</b> : chaîne lourde d'Ig	<b>LC</b> : chaîne légère d'Ig
<b>PAMP</b> : Pathogen associated molecule pattern	<b>PRR</b> : Pattern recognition receptor	<b>CAM</b> : complexe d'attaque membranaire

**Antigène (Ag) :** substance capable de déclencher une réponse immunitaire spécifique, *cible des Ac circulants (Ig) ou disponibles à la surface de cellules immunitaires* (BCR sur les LyB, TCR sur les LyT). Un **Ag complet** est donc immunogène (capable de générer une réponse immunitaire spécifique comme la prolifération des Ly et la production d'Ac) et réactif ou antigénique (capable de réagir avec les produits d'une réaction préalablement initiée). Un haptène (Ag incomplet) est seulement réactif ou antigénique. Un Ag peut porter plusieurs déterminants antigéniques (DAG) ou épitopes.

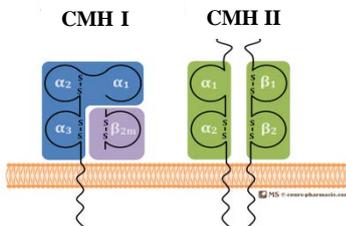
**Cellules présentatrices d'antigène (CPA) :** ingèrent les Ag du « non soi » et présentent les DAG de ces Ag à leur surface pour que les cellules immunitaires de type Ly T les reconnaissent.

- CPA « professionnelles » : cellule dendritique (DC), macrophage/monocyte (tissu /sang), LyB,
- CPA « facultatives » : cellules endothéliales, épithéliales, et fibroblastes.

**Complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) :** système de reconnaissance du soi présent à la surface des cellules des vertébrés; permet aussi la présentation des DAG par les CPA aux Ly T (TCR).

**CMH I :**

- o glycoprotéines à la surface de la plupart des  $\phi$  nucléées (sauf neurones,  $\phi$  germinales, hépatocytes, os, cartilage), CPA ou pas,
- o fait d'1 chaîne lourde  $\alpha$  transmembranaire et d'1 chaîne légère  $\beta$ ,
- o présentant des molécules eNdogènes (ex : virus entrés dans la cellule ou protéines du soi anormales) et reconnu par les LyT8.



**CMH II :**

- o glycoprotéines à la surface des CPA,
- o fait de 2 chaînes lourdes transmembranaires  $\alpha$  et  $\beta$ ,
- o présentant des molécules eXogènes (ex : phagocytose d'une bactérie) et reconnu par les LyT4.

**Organes lymphoïdes :** ensemble des structures où les cellules immunitaires sont produites, puis regroupées en tissus ou organes afin d'y exercer leurs fonctions de manière optimale.

- Organes lymphoïdes I<sup>aires</sup> : moelle osseuse, thymus  $\Rightarrow$  sites de *lymphopoïèse* et de *maturation*
- Organes et tissus lymphoïdes II<sup>aires</sup> : rate, ganglions lymphatiques, tissus lymphoïdes associés aux muqueuses (amygdales, plaques de Peyer sur la paroi intestinale)  $\Rightarrow$  sites de concentrations des Ly et des réactions immunitaires (*activation* et *différenciation* des Ly).

**Anticorps :** protéines de type immunoglobuline, sécrétées par les LyB différenciés en *plasmocytes* en réponse à une exposition à un Ag. L'Ac pourra *spécifiquement* se lier à l'Ag qui a initié sa production. Ac-Ag formeront un *complexe immun*. 5 classes différentes d'Ac selon leur structure et leur fonction :

Ig	% des Ig sérique	Isotype HC	Forme	Localisation / Rôle	Mémo
<b>D</b>	1 %	$\delta$	monomères	$\Rightarrow$ BCR sur Ly naïfs	« Dessus »
<b>M</b>	10 %	$\mu$	monomères pentamères	$\Rightarrow$ BCR sur Ly immature puis naïfs $\Rightarrow$ circulant, réaction I <sup>aire</sup>	« Macro et Matinaux »
<b>A</b>	15 %	$\alpha$	monomères dimères	$\Rightarrow$ circulant (80% de IgA) $\Rightarrow$ dans sécrétions, 1 <sup>ière</sup> barrière	« Avant-poste » (+ grande quantité en masse dans l'organisme)
<b>G</b>	70 %	$\gamma$	monomères	$\Rightarrow$ circulant, réaction I <sup>aire</sup> , II <sup>aire</sup> $\Rightarrow$ le seul à passer la barrière placentaire	« Généraux » « Grossesse »
<b>E</b>	Traces	$\epsilon$	monomères	$\Rightarrow$ circulant $\Rightarrow$ mastocytes et basophiles : allergie ++	« Eternuement » « Epipen »

« Mémo » des classes d'Ac : « DoMmAGE » comme dommages causés par les agents pathogènes

**QUESTIONS SUR L'IMMUNOLOGIE ET LA REPONSE NATURELLE**

**Q1** - Citer et comparer les différents types de réponse immunitaire. S'aider d'un tableau de synthèse.

<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>REACTIONS IMMUNITAIRES</b>	
	<b>NATURELLE</b>	<b>ADAPTATIVE</b>
<b>Spécificité p/r à l'Ag</b>		
<b>Vitesse de réaction</b>		
<b>Localisation p/r à l'infection</b>		
<b>Mémoire immunologique</b>		
<b>Réponse I<sup>aire</sup> versus II<sup>aire</sup></b>		
<b>Quantité de cellules disponibles</b>		
<b>Types de cellules impliqués</b>		
<b>Sous-types de défense / réponse</b>		

**Q2** - Décrire la réaction inflammatoire : origine, signes, buts/ utilités.

**RAPPELS DE COURS SUR LA REACTION IMMUNITAIRE ADAPTATIVE**

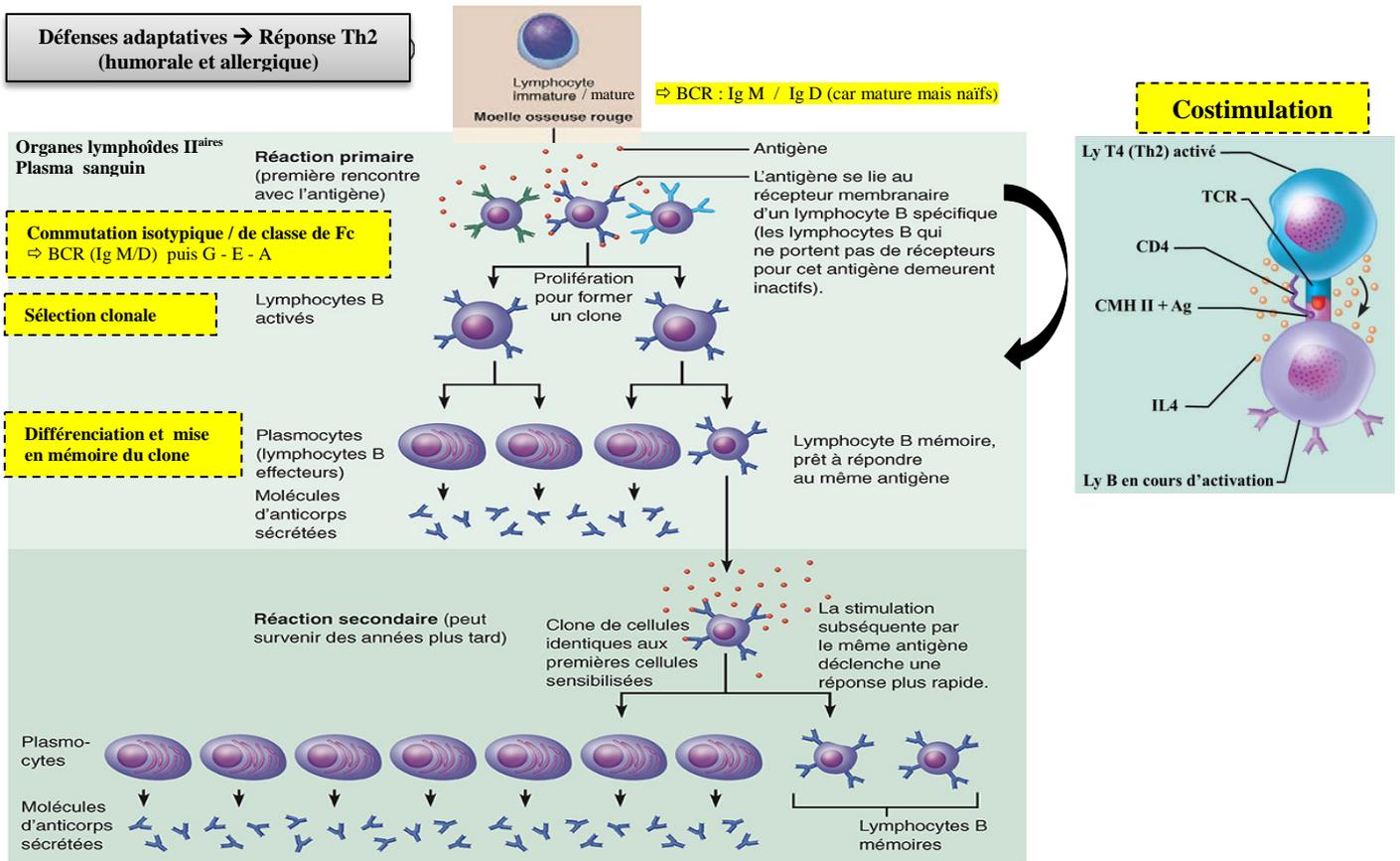


Figure 21.11 Sélection clonale d'un lymphocyte B.

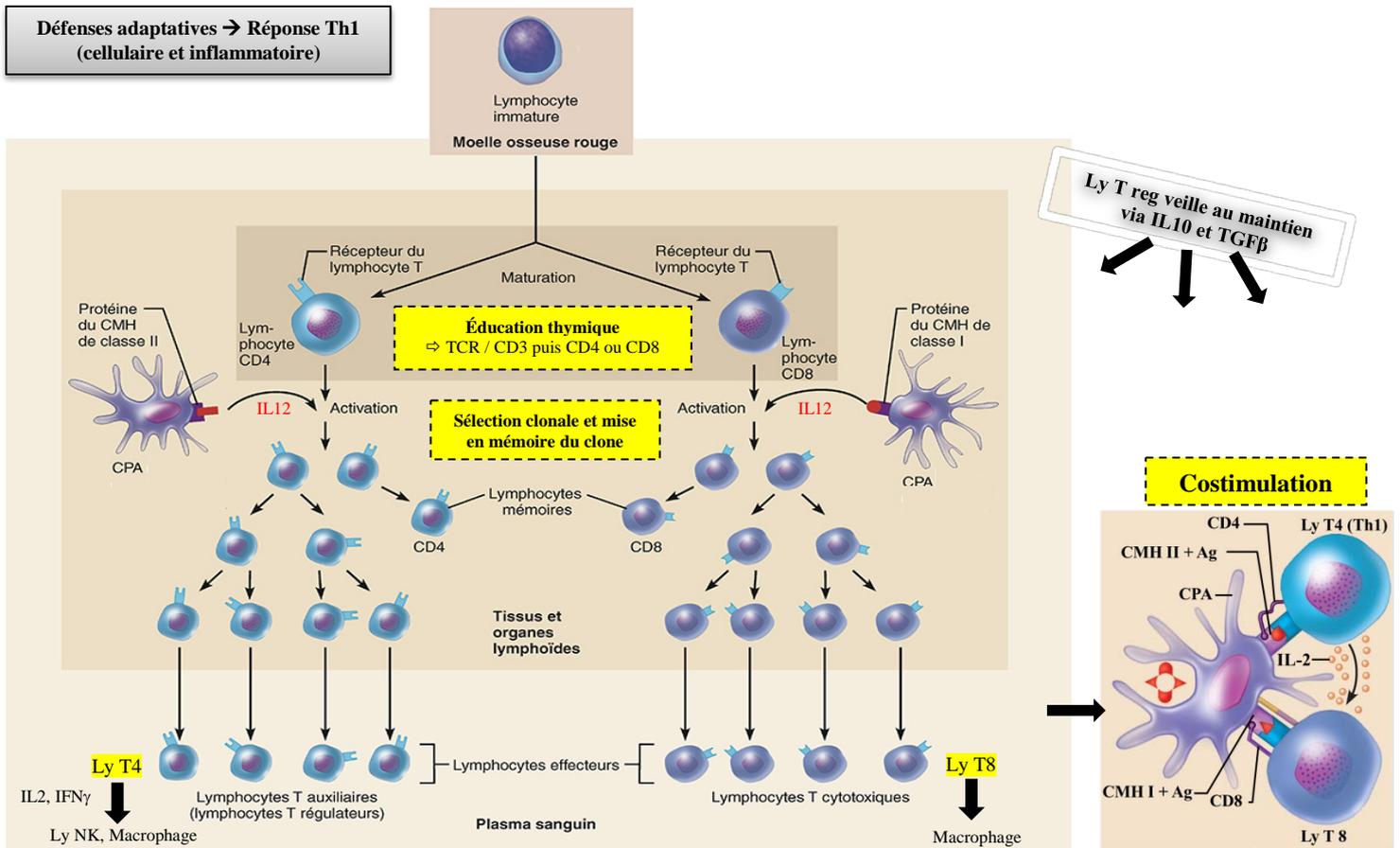
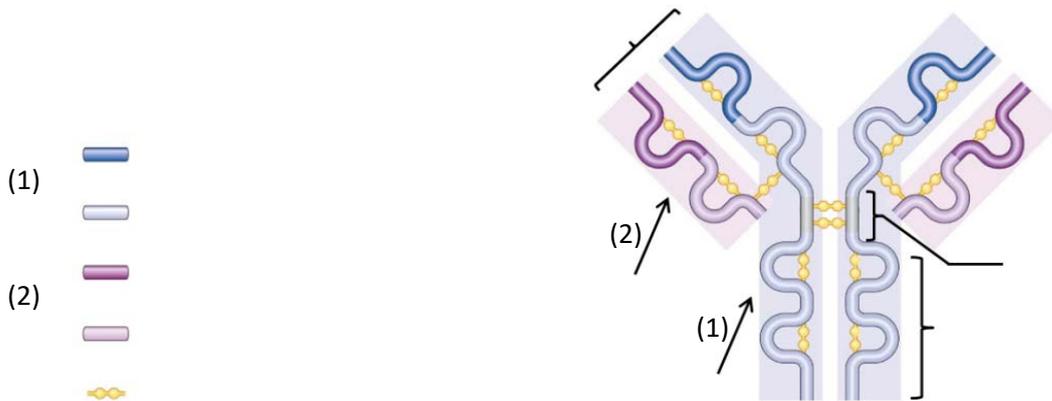


Figure 21.16 Principaux types de lymphocytes T selon les glycoprotéines de différenciation (CD4, CD8) présentes à leur surface.

**QUESTIONS SUR L'IMMUNOLOGIE ET LA REPOSE ADAPTATIVE**

**Q1** - Qu'est qu'une cytokine ? Citer plusieurs exemples et leurs fonctions.

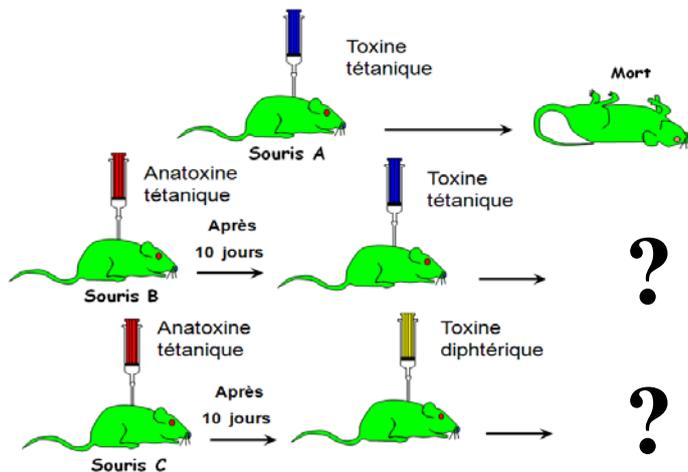
**Q2** - Annoter le schéma d'Ig monomérique ci-dessous et indiquer dans la légende les parties constantes, variables et le type de liaison entre les chaînes. Préciser aussi dans quel type de défense ce genre de molécule est impliqué.



**Q3** - Définir le terme d'opsonisation. Citer un type molécules qui permettent ce processus et en donner la finalité.

**Q4** - Nommer 4 mécanismes que les Ac utilisent pour aider à la destruction d'un agent pathogène.

**Q5** - Décrire le procédé mis en évidence dans le schéma ci-dessous en spécifiant dans quel type de réponse immunitaire il s'inscrit. Qu'advient-il des souris B et C ?



**Q6 - Etude de cas :** Certaines personnes ayant un déficit en Ig A présentent des infections répétées des voies respiratoires. Pourquoi ?

**Q7** - Résumer les réponses adaptatives Th1 et Th2 en 3 étapes clés.

**RECAPITULATIF DES CONNAISSANCES : VRAI / FAUX AVEC CORRECTIONS**

	VRAI	FAUX
1 - Les lymphocytes NK, T, B reconnaissent spécifiquement certains agents agresseurs.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Les lymphocytes NK, T, B acquièrent leur immunocompétence dans la moelle épinière.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Les lymphocytes NK, T, B libèrent des perforines.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Les Ly T4 n'attaquent pas directement les cellules cibles.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Généralement, un antigène circulant active un Ly B.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Le virus du SIDA s'attaque aux Ly T4 ce qui lui confère son caractère redoutable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Les macrophages sont des cellules présentatrices d'Ag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Les Ly B neutralisent les pathogènes lors d'une réponse immunitaire humorale (Th2).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - Les Ly T8 sont capables de neutraliser les pathogènes lors d'une réponse immunitaire cellulaire (Th1).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 - Les signes d'inflammation (rougeur, chaleur, œdème, douleur) sont délétères pour l'organisme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 - Les chaînes légères des immunoglobulines (Ig) déterminent leur classe ( $\mu$ , $\gamma$ , $\alpha$ , $\delta$ , $\epsilon$ ).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 - Les Ig M sanguins, malgré leur petite taille, ont une forte affinité pour les antigènes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 - Au début d'une réponse I <sup>aire</sup> , les taux d'Ig M sont supérieurs aux taux d'IgG.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14 - L'allergie est un déficit de système immunitaire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 - Le CMH des cellules nucléées est aux groupes tissulaires ce que les agglutinogènes des globules rouges sont aux groupes sanguins.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16 - CMH et agglutinogènes ne sont pas des antigènes car ils ne déclenchent pas de réaction immunitaire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17 - Le Ly B, la cellule dendritique et le phagosome sont des CPA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18 - La greffe de moelle osseuse se pratique chez les « enfants bulles » (patients SCID).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 - Le complément est une cellule non spécifique, aidant la lyse de cellules infectées.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20 - La protection naturelle assurée par les interférons n'a pas de spécificité virale.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Réponses : (i/ et ii/ quand doublement faux dans l'énoncé)

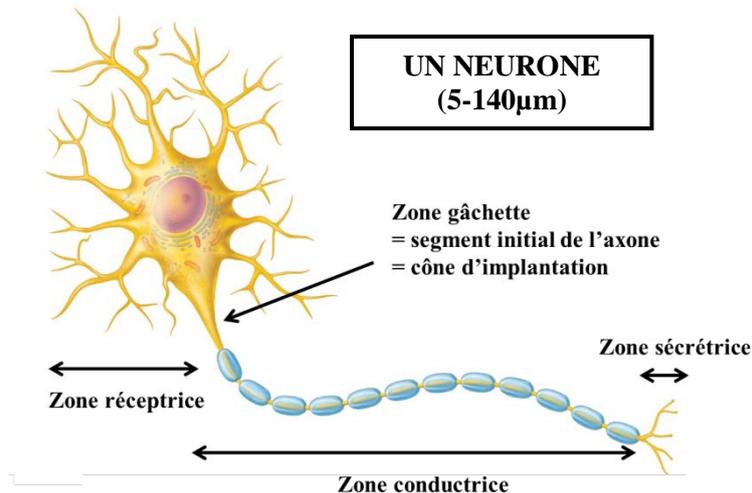
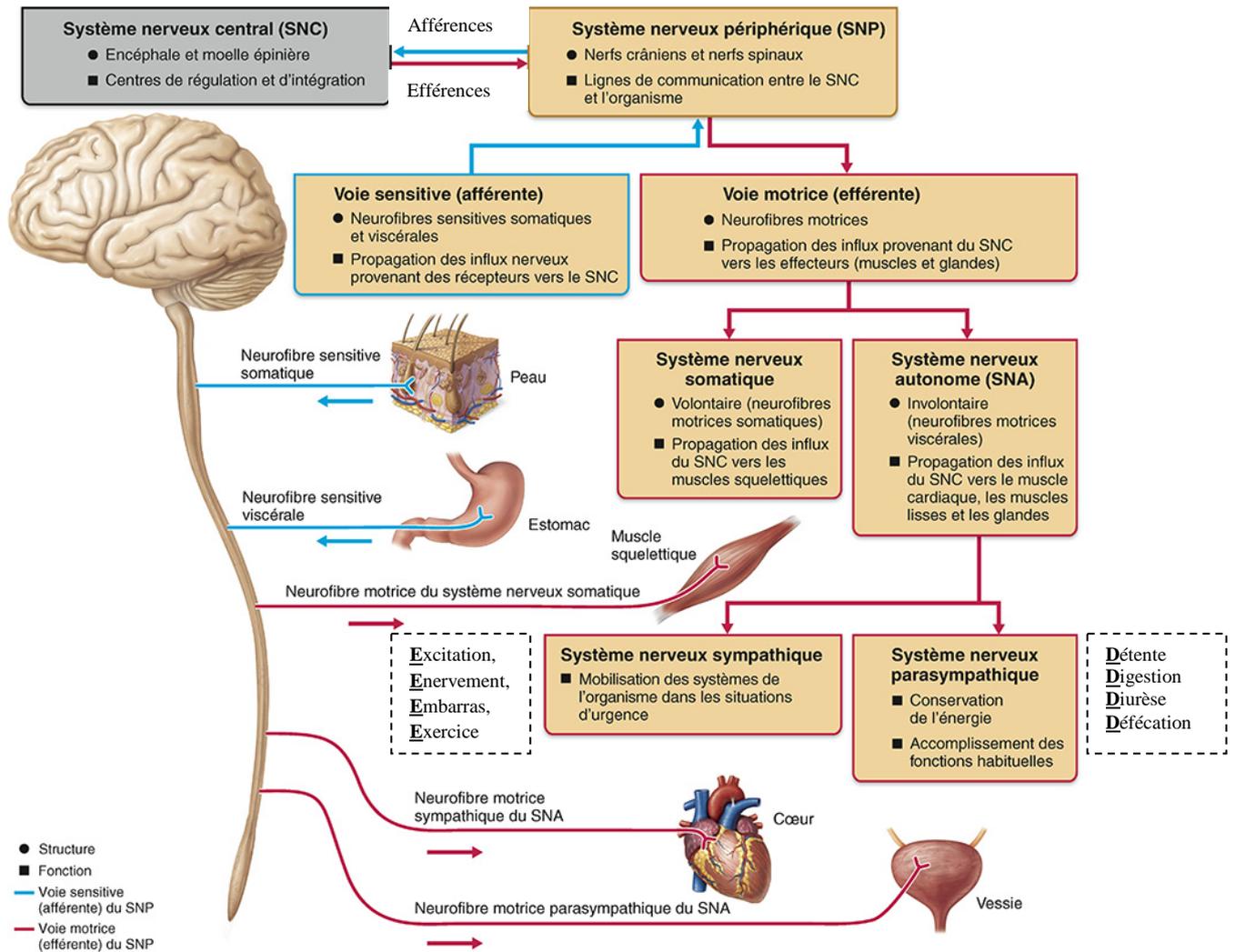
- 1 - **Faux**, pas les Ly NK : réponse naturelle, donc non spécifique (pas de BCR ou TCR), ils entrent en contact avec les pathogènes et les tuent par apoptose (pas de phagocytose non plus).
- 2 - **Faux** : Ly T, dans le thymus, les L moelle osseuse et pas épinière
- 3 - **Faux** : seulement les Ly NK et les Ly T8 (Killer ou cytotoxiques)
- 4 - **Vrai** : Ils sont dits auxiliaires ou helpers ; par contre, Ly T8 et Ly NK et macrophages attaquent directement les cellules.
- 5 - **Vrai** : mais pas toujours car  $\phi$  dendritique folliculaire font exception
- 6 - **Vrai** : le VIH pénètre dans les Ly T4 (reconnaissance spécifique du CD4, les détruit ET en fait des cellules du soi modifié attaquées par le reste du système immunitaire comme les Ly T8  $\Rightarrow$  déficit immunitaire généralisé laissant la place aux maladies opportunistes et aux cancers, entraînant souvent la mort. Les LyT4 sont les chefs d'orchestre de la réponse immunitaire adaptative (cellulaire directement et humorale indirectement)
- 7 - **Vrai** : et sont dans les parenchymes. Autres CPA pro : monocytes (sang conjonctif), DC, Ly B.
- 8 - **Faux** : ce sont les plasmocytes (Ly B différenciés) qui vont produire les Ac nécessaires à la neutralisation des Ag, et les macrophages qui vont nettoyer les complexes immuns.
- 9 - **Vrai** : les Ly T8 tueront les cellules infectées directement ou via activation par les Ly T4 (Th1).
- 10 - **Faux** : ils permettent d'accélérer la guérison (chaleur, rougeur : augmentation du métabolisme cellulaire ; œdème/douleur : mise au repos de la zone).
- 11 - **Faux** : i/ plusieurs isotopes de chaînes lourdes ( $\mu, \gamma, \alpha, \delta, \epsilon$ ) ii/ qui donnent plusieurs isotopes ou classes d'Ig (M, D, A, G, E).
- 12 - **Faux** : i/ IgM sanguins pentamériques donc gros (les membranaires sont monomériques), ii/ faible affinité mais forte avidité car 10 sites de fixation.
- 13 - **Vrai** : Les Ig M sont les 1<sup>ers</sup> à intervenir lors d'une réponse I<sup>aire</sup> et sont donc plus nombreux en début de réponse, puis les Ig G sont sécrétés. Lors d'une réponse II<sup>aire</sup>, les Ig G seront nettement majoritaires.
- 14 - **Faux** : au contraire, c'est un déséquilibre immunitaire de type hypersensibilité (emballement du système immunitaire pour des agents exogènes inoffensifs). On trouve aussi les déficits immunitaires (génétique, VIH ...), et les maladies auto-immunes (SEP, diabète de type I, polyarthrite rhumatoïde ...).
- 15 - **Vrai** : et le système HLA est le nom du système CMH pour les humains !
- 16 - **Faux** : si, ce sont des antigènes du soi, capables de déclencher des réactions immunitaires lors des greffes ou des transfusions sanguines respectivement, car dans un autre organisme ils seront reconnus comme du non soi.
- 17 - **Faux** : Les cellules phagocytaires : Ly B, cellule dendritique et macrophage aurait été plus juste.
- 18 - **Vrai** : SCID: Severe Combined Immunodeficiency Disease = Déficit immunitaire combiné sévère, maladie génétique à caractère autosomal récessif aussi connue sous le nom de maladie des enfants bulles. Le déficit immunitaire est le résultat d'un blocage de la différenciation des Ly T et NK La greffe de moelle osseuse, riche en cellules souches pluripotentes capables de se multiplier et de se différencier en cellules lymphoïdes immunocompétentes sera la seule avenue thérapeutique. Sont néanmoins à l'essai (recherche clinique) des greffes de thymus quand pb de moelle osseuse écarté.
- 19 - **Faux** : C'est un ensemble de protéines (et pas 1  $\phi$ ) qui, au contact d'Ac liés à une cellule infectée, ou directement au contact d'un microorganisme pathogène, vont s'insinuer à travers la mb plasmique, y faire un pore (complexe d'attaque membranaire = CAM) et induire la lyse de la cellule par fuite du cytoplasme.
- 20 - **Vrai** : les  $\phi$  infectées ne peuvent pas se défendre mais certaines peuvent sécréter des interférons diffusant vers les  $\phi$  voisins pour y stimuler la synthèse de protéines antivirales qui interféreront avec la réplication virale (donc non spécifique d'un virus) : celles-ci seront donc protégées.



# TRAVAUX DIRIGES HLBI 302

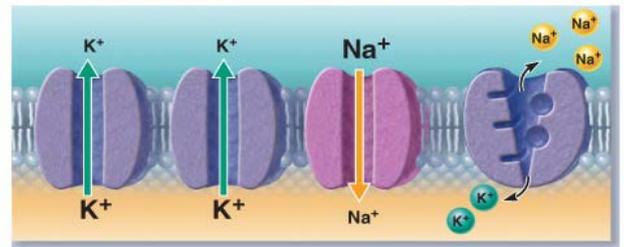
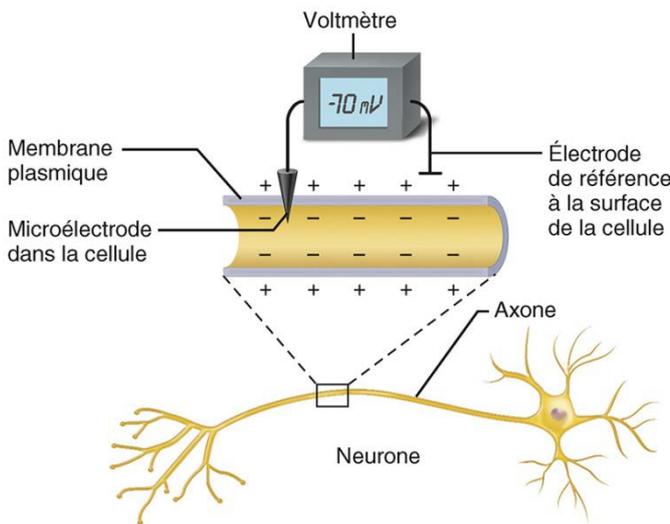
## SYSTEME NERVEUX

### RAPPELS DE COURS SUR L'ORGANISATION DU SYSTEME NERVEUX



**RAPPELS DE COURS SUR LES POTENTIELS DE MEMBRANE**

**Potentiel de repos (PR)** : C'est la différence de potentiel au niveau de la membrane plasmique du neurone, une cellule excitable, lorsqu'elle est au repos. La différence de charge de part et d'autre de la membrane vient principalement de la différence de répartition des ions minéraux chargés. Ces ions se déplacent par des canaux passifs (donc ouverts à l'état de repos) perméants aux  $K^+$  et  $Na^+$  et par la pompe active  $Na^+/K^+$  ATPase. La membrane est donc polarisée, négative à l'intérieur du neurone, et la différence de potentiel est autour de  $-70mV$  au repos.

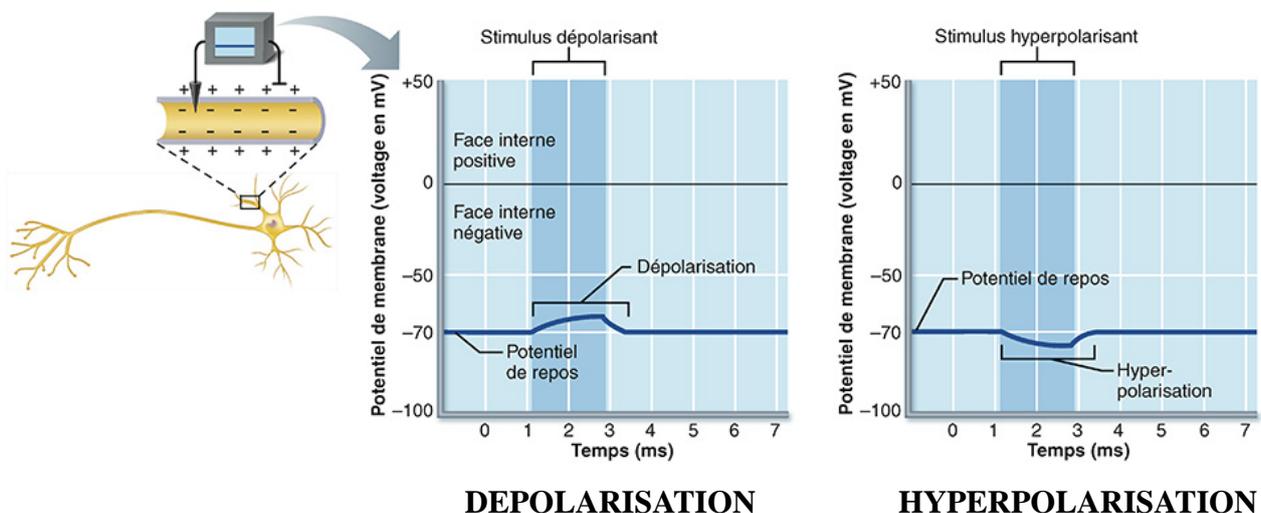


Canaux passifs  $K^+$  et  $Na^+$   
 Pompe  $Na^+/K^+$  ATPase  
 ↓  
 Origine et maintien du potentiel de repos  
 ↓  
 Membrane polarisée

Figure 11.7 Mesure du potentiel de membrane

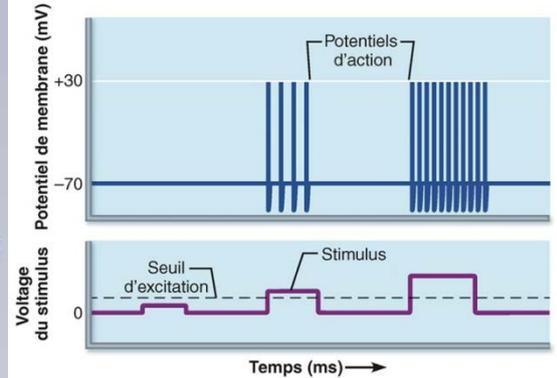
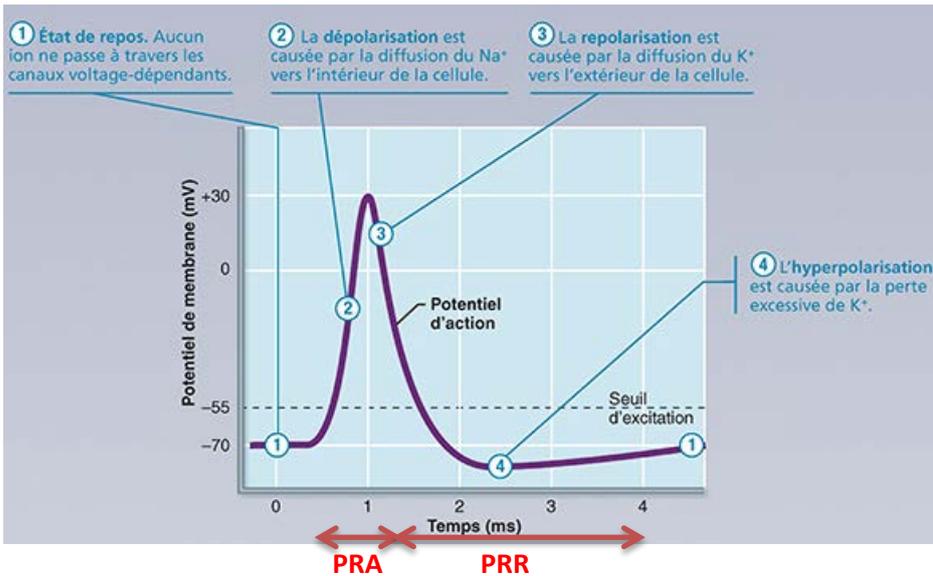
**Potentiels gradués (PG)** : Ce sont des variations locales et de courte durée du PR qui surviennent suite à diverses stimulations au niveau des dendrites et du corps cellulaire. Selon le stimulus et son intensité, l'intérieur du neurone devient moins négatif (= dépolarisation), ou plus négatif (= hyperpolarisation).

- Variation locale et de courte durée du PR suite à une stimulation
- Ouverture de canaux stimulus dépendants (stimuli « polymodaux »)
- Apparition d'un courant proportionnel au stimulus : dépolarisation ou hyperpolarisation
- Propagation bidirectionnelle mais décroissante le long de la membrane de la zone réceptrice
- Relation intensité de stimulation - amplitude de potentiel



**Potentiel d'action (PA)** : C'est une inversion transitoire locale, brève et stéréotypée du potentiel de la membrane plasmique du neurone au niveau de sa zone conductrice, répondant à la loi du tout ou rien.

- **Sommation des PG** au niveau de la zone gâchette
- Ouverture de **canaux voltage dépendants (VD)** si la stimulation est suffisante (« tout ou rien »)
- Dépolarisation transitoire (2msec) de grande amplitude mais toujours identique  $\Rightarrow$  PA
- Période Réfractaire : nouvelle activation impossible des canaux VD  $\text{Na}^+$  ouverts (Absolue ou PRA) ou juste inactivés/ fermés (Relative ou PRR)
- Propagation unidirectionnelle le long de l'axone, de proche en proche, sans s'atténuer
- Relation intensité de stimulation - fréquence de potentiel : seuil d'excitation propre à chaque type de neurones



**Loi du tout ou rien**  
Relation intensité - fréquence

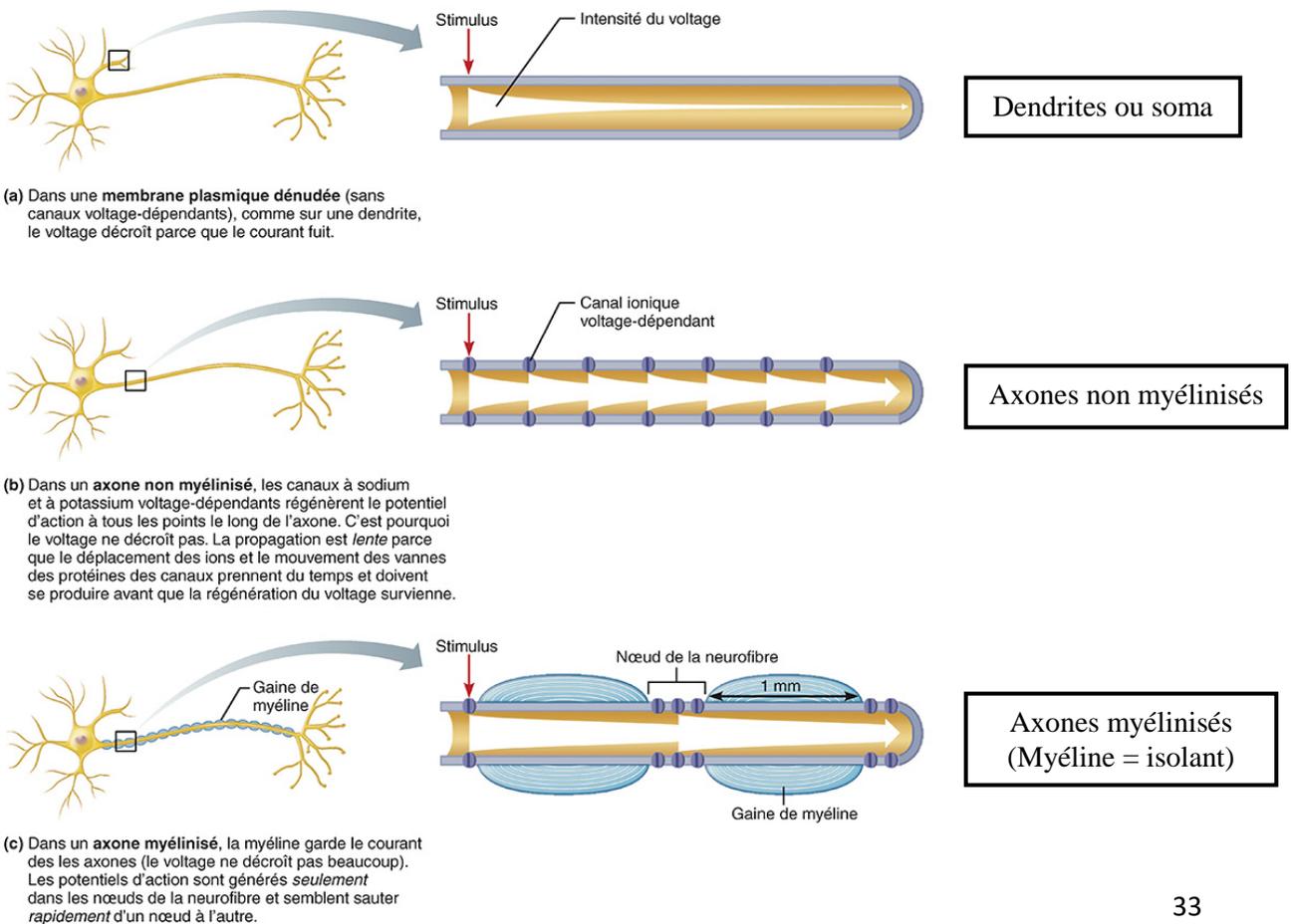
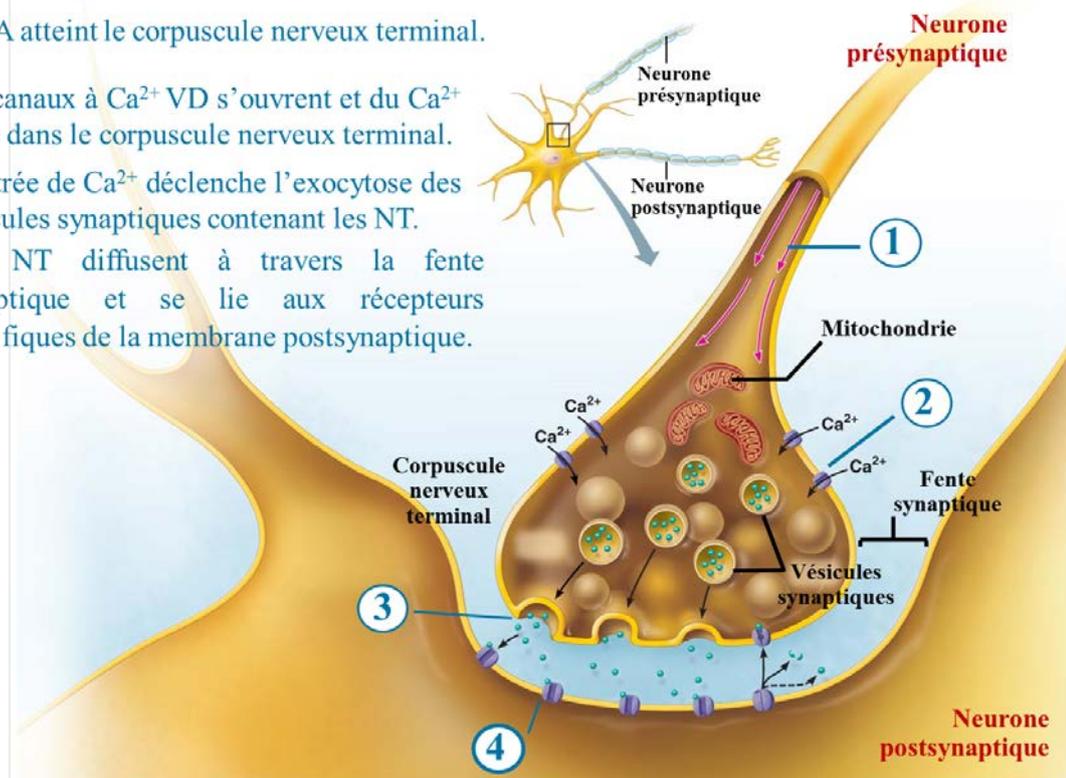


Figure 11.15 Propagation d'un potentiel d'action

**Synapse chimique** : C'est une jonction fonctionnelle permettant la transmission du message nerveux d'un neurone dit présynaptique à un neurone dit post-synaptique.

- Fente synaptique (environ 30nm)  $\Rightarrow$  discontinuité entre les éléments pré et postsynaptiques
- Nécessité d'un messager chimique diffusant (neurotransmetteur) se liant à son récepteur spécifique
- Ouverture de canaux ioniques sur la membrane post-synaptique : variation du PR
- PG post-synaptique excitateur ou inhibiteur (ppse ou ppsi)
- Transmission du message avec un délai et unidirectionnelle (de pré- vers post-synaptique)

- 1 Le PA atteint le corpuscule nerveux terminal.
- 2 Les canaux à  $Ca^{2+}$  VD s'ouvrent et du  $Ca^{2+}$  entre dans le corpuscule nerveux terminal.
- 3 L'entrée de  $Ca^{2+}$  déclenche l'exocytose des vésicules synaptiques contenant les NT.
- 4 Les NT diffusent à travers la fente synaptique et se lie aux récepteurs spécifiques de la membrane postsynaptique.



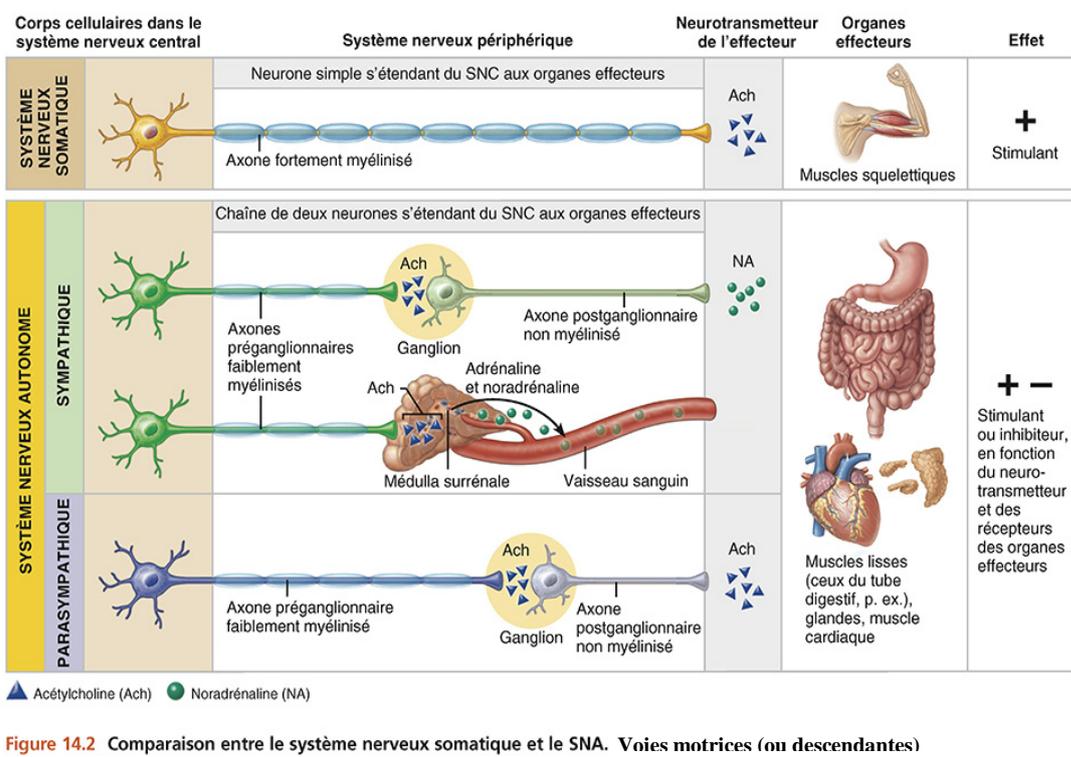
**QUESTIONS ET EXERCICES SUR LE SYSTEME NERVEUX**

**Q1** - Faites correspondre les propositions suivantes.

On donne SNC = système nerveux central et SNP = Système nerveux périphérique

- |   |  |
|---|--|
| 1 - Le système nerveux somatique (volontaire)   | A - est constitué de nerfs véhiculant des informations entre le SNC et la périphérie |
| 2 - Le système nerveux végétatif (involontaire) | B - est constitué par l'encéphale et la moelle épinière.                             |
| 3 - Le système nerveux central                  | C - est la subdivision du SNP qui apporte des signaux au SNC.                        |
| 4 - Le système nerveux périphérique             | D - est la subdivision du SNP qui transporte des signaux émis par le SNC.            |
| 5 - Voie efférente                              | E - innerve les muscles squelettiques.   |
| 6 - Voie afférente                              | F - innerve les muscles lisses et cardiaque et les glandes.                          |

**Q2** - Décrivez les différences entre systèmes somatique et autonome observées sur la figure ?







FABRICE ERRE



FABRICE ERRE

