PASS : les notions du tronc commun en flashcards

16 decks · 736 cartes

Scannez pour l'ajouter à l'app

Sommaire

1. Les 20 acides aminés : tableau des codes et des familles — 28 cartes
2. Configuration électronique : règles de remplissage et exercices — 39 cartes
3. Retenir le cycle de Krebs : intermédiaires, enzymes et bilan — 43 cartes
4. Les fonctions chimiques en chimie organique — 51 cartes
5. Les étapes de la glycolyse, enzyme par enzyme — 28 cartes
6. Classification des lipides : familles, structures et exemples — 50 cartes
7. Les oses en biochimie : les notions à retenir — 38 cartes
8. Vocabulaire d'anatomie générale : orientation, plans et mouvements — 50 cartes
9. Cycle cellulaire, mitose et méiose en flashcards — 53 cartes
10. Embryologie : semaines 1 à 4 de développement — 67 cartes
11. Classification des enzymes et bases d'enzymologie — 77 cartes
12. Gamétogenèse : spermatogenèse et ovogenèse — 43 cartes
13. Liste des organites cellulaires : structure et fonction — 32 cartes
14. Tissu conjonctif : cellules, fibres et substance fondamentale — 44 cartes
15. Tissus épithéliaux : classification et organes — 34 cartes
16. Vocabulaire de la génétique : termes et modes de transmission — 59 cartes

1. Les 20 acides aminés : tableau des codes et des familles

28 cartes

TERME	DÉFINITION
Glycine	Gly, G Aliphatique apolaire. Chaîne latérale réduite à H : seul acide aminé sans carbone asymétrique.
Alanine	Ala, A Aliphatique apolaire. Chaîne latérale méthyle (CH_3).
Valine	Val, V Aliphatique apolaire. Chaîne latérale ramifiée à 3 carbones.
Leucine	Leu, L Aliphatique apolaire. Chaîne latérale ramifiée à 4 carbones, isomère de l'isoleucine.
Isoleucine	Ile, I Aliphatique apolaire. Isomère de la leucine, avec un carbone asymétrique de plus dans sa chaîne latérale.
Proline	Pro, P Aliphatique apolaire. Sa chaîne latérale se referme sur l'azote en un cycle : seul acide aminé à amine secondaire.
Méthionine	Met, M Aliphatique apolaire, soufré (thioéther). Codé par AUG, le codon d'initiation.
Phénylalanine	Phe, F Aromatique. Chaîne latérale benzyle (un noyau benzénique porté par un CH_2).
Tryptophane	Trp, W Aromatique. Chaîne latérale CH_2-indole : un cycle benzénique accolé à un cycle à 5 atomes qui porte un NH.

TERME	DÉFINITION
Tyrosine	Tyr, Y Aromatique. Phénylalanine portant un OH sur le noyau, ce qui la rend plus polaire que la phénylalanine.
Sérine	Ser, S Polaire non chargé. Chaîne latérale CH_2OH, un groupement hydroxyle.
Thréonine	Thr, T Polaire non chargé. Hydroxyle sur un carbone secondaire, avec un second carbone asymétrique.
Cystéine	Cys, C Polaire non chargé, soufré. Groupement thiol (SH) : deux Cys s'oxydent en pont disulfure.
Asparagine	Asn, N Polaire non chargé. Forme amide de l'acide aspartique : la chaîne latérale se termine par $CONH_2$.
Glutamine	Gln, Q Polaire non chargé. Forme amide de l'acide glutamique, un CH_2 de plus que l'asparagine.
Acide aspartique (aspartate)	Asp, D Acide. Chaîne latérale carboxylate, chargée négativement à pH physiologique.
Acide glutamique (glutamate)	Glu, E Acide. Carboxylate un CH_2 plus long que celui de l'aspartate, lui aussi négatif à pH physiologique.
Lysine	Lys, K Basique. Chaîne latérale terminée par une amine primaire, chargée positivement à pH physiologique.

TERME	DÉFINITION
Arginine	Arg, R Basique. Chaîne latérale à groupement guanidinium, chargée positivement à pH physiologique.
Histidine	His, H Basique. Noyau imidazole, de pKa proche de 6 : chargée ou non selon le milieu.
Quels sont les acides aminés acides ?	Acide aspartique (Asp, D) et acide glutamique (Glu, E). Leur chaîne latérale carboxylate est négative à pH physiologique.
Quels sont les acides aminés basiques ?	Lysine (Lys, K), arginine (Arg, R) et histidine (His, H). Lys et Arg sont positives à pH physiologique.
Quels sont les acides aminés aromatiques ?	Phénylalanine (Phe, F), tyrosine (Tyr, Y) et tryptophane (Trp, W). Chaîne latérale à noyau aromatique.
Quels sont les acides aminés polaires non chargés ?	Sérine, thréonine, cystéine, asparagine et glutamine (Ser, Thr, Cys, Asn, Gln). Leur chaîne latérale est hydrophile sans charge.
Quels sont les acides aminés aliphatiques apolaires ?	Glycine, alanine, valine, leucine, isoleucine, proline et méthionine (Gly, Ala, Val, Leu, Ile, Pro, Met). Chaîne latérale hydrophobe, sans noyau aromatique.
Quels acides aminés portent un soufre ?	Cystéine (thiol SH) et méthionine (thioéther). Seule la cystéine forme des ponts disulfure.
Quels acides aminés portent un hydroxyle (OH) sur leur chaîne latérale ?	Sérine, thréonine et tyrosine (Ser, Thr, Tyr). Celui de la tyrosine est porté par un noyau aromatique.
Quels sont les acides aminés indispensables (ou essentiels) ?	Histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine (His, Ile, Leu, Lys, Met, Phe, Thr, Trp, Val). Le corps ne sait pas les produire : l'alimentation doit les apporter.

2. Configuration électronique : règles de remplissage et exercices

39 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Quelles valeurs peut prendre le nombre quantique principal n ?	Les entiers à partir de 1 : n = 1, 2, 3... Il numérote la couche : K (n = 1), L (n = 2), M (n = 3), N (n = 4).
Quelles valeurs peut prendre le nombre quantique secondaire l pour un n donné ?	Les entiers de 0 à n - 1. Pour n = 3 : l = 0, 1 ou 2.
Quelles valeurs peut prendre le nombre quantique magnétique m pour un l donné ?	Les entiers de -l à +l. Pour l = 2 : m = -2, -1, 0, 1, 2.
Quelles valeurs peut prendre le nombre quantique de spin ms ?	+1/2 ou -1/2. Il décrit les deux orientations possibles du spin de l'électron.
Quelle lettre désigne chaque valeur de l, de 0 à 3 ?	l = 0 : s, l = 1 : p, l = 2 : d, l = 3 : f. Le nombre l définit la forme de la sous-couche.
Combien d'orbitales possède une sous-couche de nombre quantique l ?	2l + 1. s : 1, p : 3, d : 5, f : 7.
Combien d'électrons peuvent occuper au maximum chacune des sous-couches s, p, d et f ?	s : 2, p : 6, d : 10, f : 14. Chaque orbitale de la sous-couche reçoit 2 électrons au plus (Pauli).
Combien d'orbitales possède la couche de nombre quantique principal n ?	n^2. Pour n = 3 : une 3s, trois 3p et cinq 3d, soit 9 orbitales.
Combien d'électrons peut contenir au maximum la couche de nombre quantique principal n ?	$2n^2$. K : 2, L : 8, M : 18, N : 32.
Que dit le principe d'exclusion de Pauli ?	Deux électrons d'un même atome ne peuvent pas avoir les quatre mêmes nombres quantiques (n, l, m, ms). Une orbitale contient donc 2 électrons au plus, de spins opposés.

QUESTION	RÉPONSE
Que dit la règle de Hund ?	Dans des orbitales de même énergie, les électrons occupent le plus grand nombre d'orbitales, avec des spins parallèles, avant de s'apparier. C'est ce qui donne l'état le plus stable.
Que dit la règle de Klechkowski ?	Les sous-couches se remplissent par valeurs croissantes de n + l, et à n + l égal, par n croissant. Elle donne l'ordre de remplissage de l'état fondamental.
Quel est l'ordre de remplissage des sous-couches jusqu'à 6p, selon Klechkowski ?	1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p. La suite : 7s, 5f, 6d, 7p.
Pourquoi la sous-couche 4s se remplit-elle avant 3d ?	Parce que n + l vaut 4 pour 4s et 5 pour 3d. À n + l égal, on prend le n le plus petit : 3d (5) passe avant 4p (5).
Comment appelle-t-on des orbitales de même énergie, comme les trois orbitales 2p ?	Des orbitales dégénérées. Elles ont les mêmes n et l et ne diffèrent que par m.
Qu'appelle-t-on configuration électronique de l'état fondamental ?	La répartition des électrons de l'atome qui donne l'énergie la plus basse. Elle respecte Klechkowski, Pauli et Hund.
Comment représente-t-on les électrons dans un diagramme en cases quantiques ?	Une case par orbitale, avec une flèche par électron : ↑ ou ↓. Deux flèches opposées (↑↓) dans une case : électrons appariés.
Qu'est-ce qu'un électron célibataire ?	Un électron seul dans son orbitale. Il s'oppose aux électrons appariés, deux par orbitale avec des spins opposés.
Que sont les électrons de valence ?	Les électrons de la couche de n le plus élevé, plus ceux d'une sous-couche d ou f non remplie. Ils assurent les liaisons chimiques ; les autres sont les électrons de cœur.

QUESTION	RÉPONSE
Comment s'écrit la configuration du soufre (Z = 16) avec le gaz noble précédent ?	[Ne] $3s^2\ 3p^4$. Le néon (Z = 10) remplace $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$, qui sont les électrons de cœur.
Quelle est la configuration électronique de l'oxygène (Z = 8) ?	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$. Ses 6 électrons de valence se répartissent en $2s^2\ 2p^4$.
Combien d'électrons célibataires possède l'azote à l'état fondamental (Z = 7) ?	3. Sa configuration est $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$: par Hund, les trois électrons 2p sont dans trois orbitales différentes.
Combien d'électrons célibataires possède le carbone à l'état fondamental (Z = 6) ?	2. Sa configuration est $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$: par Hund, les deux électrons 2p occupent deux orbitales distinctes, spins parallèles.
Comment répartir 4 électrons dans les trois orbitales 2p, selon Hund ?	↑↓ ↑ ↑. On place d'abord un électron dans chaque orbitale, puis le quatrième s'apparie dans la première.
Quelle est la configuration électronique du sodium (Z = 11) ?	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$. Son unique électron de valence part facilement : il donne Na^+.
Quelle est la configuration électronique du fer (Z = 26) à l'état fondamental ?	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$. On écrit parfois $3d^6\ 4s^2$: les deux écritures sont admises.
Quelle est la configuration électronique de l'ion chlorure Cl^- (Z = 17) ?	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$, soit 18 électrons. C'est la configuration de l'argon : l'ion a gagné un électron.
Quel élément a pour configuration électronique [Ne] $3s^2\ 3p^3$?	Le phosphore, de numéro atomique Z = 15. 10 électrons du néon + 2 + 3 = 15 électrons.
Pourquoi la configuration $1s^2\ 2s^2\ 2p^7$ est-elle impossible ?	Une sous-couche p contient 6 électrons au plus. Le septième aurait les mêmes quatre nombres quantiques qu'un autre, ce que Pauli interdit.
Le quadruplet (n = 2, l = 2, m = 0, ms = +1/2) est-il possible ?	Non. Pour n = 2, l ne peut valoir que 0 ou 1 ($l \leq n - 1$).

QUESTION	RÉPONSE
À quelle sous-couche appartient l'électron décrit par (n = 3, l = 1, m = -1, ms = -1/2) ?	3p. n = 3 et l = 1 (p) ; m = -1 est bien compris entre -1 et +1.
Quelle est la configuration électronique du chrome (Z = 24) à l'état fondamental ?	[Ar] $4s^1$ $3d^5$, et non [Ar] $4s^2$ $3d^4$. Première exception à Klechkowski : la sous-couche 3d à demi remplie est plus stable.
Quelle est la configuration électronique du cuivre (Z = 29) à l'état fondamental ?	[Ar] $4s^1$ $3d^{1}$□, et non [Ar] $4s^2$ $3d^9$. Seconde exception courante : la sous-couche 3d pleine est plus stable.
Quelle est la configuration électronique de l'ion Fe^{2+} (Z = 26) ?	[Ar] $3d^6$. Les 2 électrons perdus sont ceux de 4s, la sous-couche de n le plus élevé.
Combien d'électrons célibataires possède l'ion Fe^{3+} (Z = 26) ?	5. Sa configuration est [Ar] $3d^5$: par Hund, un électron dans chacune des cinq orbitales 3d.
Quelle est la configuration électronique de l'ion Cu^{2+} (Z = 29) ?	[Ar] $3d^9$. L'atome neutre étant [Ar] $4s^1$ $3d^{1}$□, on retire l'électron 4s puis un électron 3d.
Comment retrouver la période d'un élément à partir de sa configuration électronique ?	C'est la valeur la plus élevée de n. Ex. : [Ar] $4s^2$ $3d^6$ (le fer) est dans la 4e période. Exception : le palladium, [Kr] $4d^{1}$□, sans électron 5s, est en 5e période.
Comment retrouver le bloc (s, p, d ou f) d'un élément à partir de sa configuration ?	C'est la dernière sous-couche occupée, dans l'ordre de Klechkowski. Ex. : le soufre, en $3p^4$, est du bloc p ; le fer, en $3d^6$, du bloc d.
Quelle différence entre une espèce paramagnétique et une espèce diamagnétique ?	Paramagnétique : au moins un électron célibataire ; diamagnétique : aucun. Ex. : l'ion Na^+, dont tous les électrons sont appariés, est diamagnétique.

3. Retenir le cycle de Krebs : intermédiaires, enzymes et bilan

43 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Qu'est-ce que le cycle de Krebs ?	Une suite cyclique de 8 réactions qui oxyde l'acétyl-CoA en CO2 et produit des coenzymes réduits (NADH, FADH2) et du GTP ou de l'ATP. On l'appelle aussi cycle de l'acide citrique ou cycle des acides tricarboxyliques.
Où se déroule le cycle de Krebs dans la cellule ?	Dans la matrice de la mitochondrie. La succinate déshydrogénase fait exception : elle est liée à la membrane interne.
Quel est le rôle du cycle de Krebs dans le métabolisme énergétique ?	Oxyder l'acétyl-CoA issu des glucides, des lipides et des acides aminés et fournir des coenzymes réduits à la chaîne respiratoire. Le cycle ne produit presque pas d'ATP lui-même.
Le cycle de Krebs fonctionne-t-il en l'absence d'oxygène ?	Non : il dépend de l'oxygène de façon indirecte. Sans O2, la chaîne respiratoire n'oxyde plus NADH et FADH2, ce qui bloque la régénération de NAD+ et de FAD.
Quelle molécule entre dans le cycle de Krebs pour être oxydée ?	L'acétyl-CoA, qui apporte un groupe acétyle à 2 carbones. Il est lié au coenzyme A par une liaison thioester riche en énergie.
Par quelle enzyme le pyruvate est-il transformé en acétyl-CoA ?	Par le complexe pyruvate déshydrogénase, dans la matrice mitochondriale. Cette réaction relie la glycolyse au cycle de Krebs.
Quel est le bilan de la réaction catalysée par le complexe pyruvate déshydrogénase ?	Pyruvate + CoA + NAD+ → acétyl-CoA + CO2 + NADH. C'est une décarboxylation oxydative.
Quel est le premier intermédiaire du cycle de Krebs, et combien de carbones compte-t-il ?	Le citrate, à 6 carbones. Il se forme à partir de l'oxaloacétate (4 C) et de l'acétyle de l'acétyl-CoA (2 C).

QUESTION	RÉPONSE
Quels sont les 8 intermédiaires du cycle de Krebs, dans l'ordre à partir du citrate ?	Citrate, isocitrate, α-cétoglutarate, succinyl-CoA, succinate, fumarate, malate, oxaloacétate. L'oxaloacétate se condense ensuite avec un nouvel acétyl-CoA.
Combien de carbones compte l'isocitrate ?	6 carbones, comme le citrate. Citrate et isocitrate sont isomères : seule la position du groupe hydroxyle change.
Combien de carbones compte l'α-cétoglutarate ?	5 carbones. Il est produit après la 1re décarboxylation, qui retire un carbone à l'isocitrate (6 C).
Combien de carbones comptent le succinyl-CoA, le succinate, le fumarate, le malate et l'oxaloacétate ?	4 carbones chacun. La 2e décarboxylation, de l'α-cétoglutarate au succinyl-CoA, ramène le cycle à 4 C.
Quelle enzyme catalyse la condensation de l'oxaloacétate et de l'acétyl-CoA ?	La citrate synthase. Acétyl-CoA + oxaloacétate → citrate + CoA-SH, étape irréversible.
Quelle enzyme transforme le citrate en isocitrate ?	L'aconitase. La réaction passe par un intermédiaire, le cis-aconitate, et ne produit aucun coenzyme réduit.
Quelle enzyme catalyse l'oxydation de l'isocitrate en α-cétoglutarate ?	L'isocitrate déshydrogénase. Elle libère un CO_2 et réduit un NAD+ en NADH.
Qu'est-ce qu'une décarboxylation oxydative ?	Une réaction qui retire un CO_2 à un substrat tout en l'oxydant, avec réduction d'un coenzyme (ici NAD+ en NADH). Le cycle de Krebs en compte deux : isocitrate déshydrogénase et α-cétoglutarate déshydrogénase.
Quelle enzyme catalyse la transformation de l'α-cétoglutarate en succinyl-CoA ?	Le complexe α-cétoglutarate déshydrogénase. Il libère un CO_2, réduit un NAD+ en NADH et fixe un coenzyme A.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle enzyme transforme le succinyl-CoA en succinate ?	La succinyl-CoA synthétase (ou succinate thiokinase). L'énergie de la liaison thioester sert à former du GTP ou de l'ATP.
Comment appelle-t-on la formation de GTP ou d'ATP à l'étape succinyl-CoA vers succinate ?	Une phosphorylation au niveau du substrat. L'énergie vient d'une liaison riche en énergie du substrat (thioester) et non de la chaîne respiratoire.
Quelle enzyme oxyde le succinate en fumarate ?	La succinate déshydrogénase. Elle réduit un FAD en FADH2 et reste liée à la membrane interne.
Quelle enzyme transforme le fumarate en malate ?	La fumarase. Elle ajoute une molécule d'eau à la double liaison du fumarate.
Quelle enzyme catalyse la dernière étape du cycle, du malate à l'oxaloacétate ?	La malate déshydrogénase. Elle réduit un NAD+ en NADH et régénère l'oxaloacétate.
Pourquoi dit-on que le cycle de Krebs est un cycle ?	Parce que son dernier produit, l'oxaloacétate, est aussi le substrat de sa première réaction. Les intermédiaires ne sont pas consommés : l'oxaloacétate est régénéré à chaque tour.
Combien de NADH le cycle de Krebs produit-il par tour ?	3 NADH. Ils viennent de l'isocitrate déshydrogénase, de l'α-cétoglutarate déshydrogénase et de la malate déshydrogénase.
Combien de FADH2 le cycle de Krebs produit-il par tour ?	1 FADH2. Il vient de la succinate déshydrogénase.
Combien de GTP (ou d'ATP) le cycle de Krebs produit-il par tour ?	1 GTP ou 1 ATP, selon le tissu. Il se forme à l'étape de la succinyl-CoA synthétase.
Combien de CO2 le cycle de Krebs libère-t-il par tour ?	2 CO2. Ils sont libérés par l'isocitrate déshydrogénase et par l'α-cétoglutarate déshydrogénase.

QUESTION	RÉPONSE
Quel est le bilan d'un tour du cycle de Krebs à partir d'une molécule d'acétyl-CoA ?	2 CO_2, 3 NADH, 1 $FADH_2$ et 1 GTP (ou ATP). Un tour oxyde un groupe acétyle de l'acétyl-CoA.
Combien de tours du cycle de Krebs une molécule de glucose entraîne-t-elle ?	2 tours. La glycolyse donne 2 pyruvates, donc 2 acétyl-CoA.
Quel est le bilan du cycle de Krebs pour une molécule de glucose, sans compter la pyruvate déshydrogénase ?	4 CO_2, 6 NADH, 2 $FADH_2$ et 2 GTP (ou ATP). C'est le double du bilan d'un tour.
Combien de NADH une molécule de glucose donne-t-elle de la glycolyse à la fin du cycle de Krebs ?	10 NADH : 2 en glycolyse, 2 à la pyruvate déshydrogénase et 6 dans le cycle. S'y ajoutent 2 $FADH_2$, tous issus du cycle.
Combien de molécules de CO_2 ont été libérées quand une molécule de glucose est entièrement oxydée en passant par le cycle de Krebs ?	6 CO_2 : 2 à la pyruvate déshydrogénase et 4 dans le cycle. Ils correspondent aux 6 carbones du glucose.
Quelles étapes du cycle de Krebs libèrent du CO_2 ?	L'isocitrate déshydrogénase et l'α-cétoglutarate déshydrogénase. Le CO_2 libéré en amont, à la pyruvate déshydrogénase, ne fait pas partie du cycle.
Quelles enzymes du cycle de Krebs réduisent le NAD+ en NADH ?	L'isocitrate déshydrogénase, l'α-cétoglutarate déshydrogénase et la malate déshydrogénase. La succinate déshydrogénase utilise le FAD, pas le NAD+.
Quelle est la seule étape du cycle de Krebs qui produit du $FADH_2$?	L'oxydation du succinate en fumarate.
Le malonate inhibe la succinate déshydrogénase : quel intermédiaire du cycle s'accumule ?	Le succinate. C'est le substrat de l'enzyme bloquée.
Quelles réactions du cycle de Krebs ne produisent ni coenzyme réduit ni GTP ?	La citrate synthase, l'aconitase et la fumarase. La 1re condense, les deux autres isomérisent ou hydratent.
Que fait la fumarase au fumarate ?	Elle l'hydrate : elle ajoute H_2O à sa double liaison et donne du malate. C'est une réaction d'addition, sans oxydation.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle enzyme du cycle de Krebs est inhibée par l'ATP et le NADH et activée par l'ADP ?	L'isocitrate déshydrogénase. Le cycle ralentit quand la cellule est riche en énergie et s'accélère quand elle en manque.
Quelles molécules inhibent l'α-cétoglutarate déshydrogénase ?	L'ATP, le succinyl-CoA et le NADH. Le succinyl-CoA est son propre produit : c'est une rétro-inhibition.
Pourquoi la citrate synthase est-elle un point de contrôle du cycle de Krebs ?	Elle catalyse une étape irréversible, la 1re du cycle, et l'ATP l'inhibe. Une cellule riche en ATP freine donc l'entrée de l'acétyl-CoA dans le cycle.
Quel rôle les coenzymes NADH et FADH2 jouent-ils après le cycle de Krebs ?	Ils cèdent leurs électrons à la chaîne respiratoire de la membrane interne, qui produit l'essentiel de l'ATP par phosphorylation oxydative. Ils y sont réoxydés en NAD+ et en FAD.
Pourquoi le cycle de Krebs est-il dit amphibolique ?	Parce qu'il sert à la fois à dégrader (catabolisme) et à fournir des précurseurs de synthèse (anabolisme). Ex. : l'α-cétoglutarate sert à fabriquer le glutamate.

4. Les fonctions chimiques en chimie organique

51 cartes

TERME	DÉFINITION
Alcène	Hydrocarbure avec une double liaison carbone-carbone : C=C. Suffixe -ène (éthène, CH2=CH2).
Alcyne	Hydrocarbure avec une triple liaison carbone-carbone : C≡C. Suffixe -yne (éthyne, HC≡CH).
Arène	Hydrocarbure qui contient un cycle aromatique, comme le cycle benzénique. Ex. : le benzène, C6H6.
Dérivé halogéné	Un atome d'halogène (F, Cl, Br, I) lié à un carbone : C-X. Nommé avec un préfixe (chloro-, bromo-) : CH3Cl, chlorométhane.
Alcool	Groupe hydroxyle -OH lié à un carbone saturé. Suffixe -ol (éthanol, CH3CH2OH).
Phénol	Groupe hydroxyle -OH lié directement à un cycle aromatique. C6H5OH, à ne pas confondre avec un alcool où -OH est porté par un carbone saturé.
Éther-oxyde	Atome d'oxygène entre deux groupes carbonés : R-O-R'. CH3OCH3, oxyde de diméthyle (méthoxyméthane).
Thiol	Groupe -SH lié à un carbone, équivalent soufré de l'alcool. Suffixe -thiol (méthanethiol, CH3SH).
Amine	Atome d'azote lié à des carbones (et éventuellement à des H) : R-NH2, R2NH ou R3N. Suffixe -amine (méthylamine, CH3NH2).
Imine	Double liaison carbone-azote : C=N-. Obtenue à partir d'un composé carbonylé et d'une amine primaire ; on l'appelle aussi base de Schiff.

TERME	DÉFINITION
Nitrile	Groupe -C≡N lié à un carbone. Suffixe -nitrile (éthanenitrile, CH3C≡N).
Aldéhyde	Carbonyle en bout de chaîne, avec un H sur le carbone : R-CHO. Suffixe -al (éthanal, CH3CHO).
Cétone	Carbonyle au milieu de la chaîne, entre deux carbones : R-CO-R'. Suffixe -one (propanone, CH3COCH3).
Acide carboxylique	Groupe carboxyle -COOH, à l'extrémité de la chaîne. Nom en acide ...-oïque (acide éthanoïque, CH3COOH).
Ester	Groupe -COO- entre deux groupes carbonés : R-CO-O-R'. Nom en ...-oate d'alkyle (éthanoate de méthyle, CH3COOCH3).
Amide	Groupe carbonyle dont le carbone est lié à un azote : R-CO-N<. Suffixe -amide (éthanamide, CH3CONH2).
Chlorure d'acyle	Groupe -CO-Cl : acide carboxylique dont le -OH est remplacé par Cl. Nom en chlorure de ...-oyle (chlorure d'éthanoyle, CH3COCl).
Anhydride d'acide	Deux groupes acyles reliés par un oxygène : R-CO-O-CO-R'. Nom en anhydride ...-oïque (anhydride éthanoïque).
Groupe carbonyle	C=O, un carbone doublement lié à un oxygène. Présent dans l'aldéhyde, la cétone, l'acide carboxylique, l'ester, l'amide, le chlorure d'acyle et l'anhydride.
Groupe hydroxyle	-OH, un oxygène lié à un hydrogène. Il caractérise l'alcool et le phénol ; dans un acide carboxylique, il fait partie du carboxyle.

TERME	DÉFINITION
Groupe amino	-NH2, un azote lié à deux hydrogènes. Il caractérise l'amine primaire ; dans un amide, l'azote est lié au carbonyle.
Groupe acyle	R-CO- : un carbonyle lié à une chaîne carbonée, avec une valence libre. Il est commun aux chlorures d'acyle, anhydrides, esters et amides.
Ordre de priorité des fonctions en nomenclature	Acide carboxylique > anhydride > ester > halogénure d'acyle > amide > nitrile > aldéhyde > cétone > alcool > amine. La fonction la plus prioritaire donne le suffixe du nom.
Alcool primaire	Alcool dont le carbone porteur du -OH est lié à un seul autre carbone : R-CH2-OH. Ex. : éthanol.
Alcool secondaire	Alcool dont le carbone porteur du -OH est lié à deux autres carbones : R2CH-OH. Ex. : propan-2-ol.
Alcool tertiaire	Alcool dont le carbone porteur du -OH est lié à trois autres carbones : R3C-OH. Ex. : 2-méthylpropan-2-ol.
Amine primaire	Amine dont l'azote porte un seul groupe carboné : R-NH2. Ex. : méthylamine.
Amine secondaire	Amine dont l'azote porte deux groupes carbonés : R2NH. Ex. : diméthylamine.
Amine tertiaire	Amine dont l'azote porte trois groupes carbonés : R3N. Ex. : triméthylamine.
Quelle fonction dans CH3-CH2-CH2-OH ?	Alcool (propan-1-ol), primaire. Le -OH est sur un carbone saturé lié à un seul autre carbone.

TERME	DÉFINITION
Quelle fonction dans CH3-CO-CH2-CH3 ?	Cétone (butan-2-one). Le carbonyle est entre deux carbones.
Quelle fonction dans CH3-CH2-CHO ?	Aldéhyde (propanal). Le carbonyle est en bout de chaîne, avec un H.
Quelle fonction dans CH3-CH2-COOH ?	Acide carboxylique (acide propanoïque). Le carbonyle porte aussi un -OH.
Quelle fonction dans CH3-COO-CH2-CH3 ?	Ester (éthanoate d'éthyle). Le carbonyle est lié à un oxygène qui porte lui-même une chaîne carbonée.
Quelle fonction dans CH3-CH2-CO-NH2 ?	Amide (propanamide). Le carbonyle est lié à un azote.
Quelle fonction dans CH3-CH2-NH2 ?	Amine primaire (éthylamine). L'azote n'est lié à aucun carbonyle et porte un seul groupe carboné.
Quelle fonction dans CH3-CH2-O-CH2-CH3 ?	Éther-oxyde (oxyde de diéthyle). Un oxygène relie deux chaînes carbonées, sans carbonyle.
Quelle fonction dans CH3-C6H4-OH ?	Phénol (4-méthylphénol si les groupes sont en para). Le -OH est directement lié au cycle benzénique.
Quelle fonction dans CH3-CH2-C≡N ?	Nitrile (propanenitrile). Le carbone et l'azote sont unis par une triple liaison.
Quelle fonction dans CH3-CH2-CO-Cl ?	Chlorure d'acyle (chlorure de propanoyle). Un carbonyle est lié à un atome de chlore.
Quelle fonction dans CH3-CO-O-CO-CH3 ?	Anhydride d'acide (anhydride éthanoïque). Deux carbonyles sont reliés par un même oxygène.
Quelle fonction pour le nom « pentan-3-one » ?	Cétone. Le suffixe -one indique un carbonyle entre deux carbones.

TERME	DÉFINITION
Quelle fonction pour le nom « butanal » ?	Aldéhyde. Le suffixe -al indique un carbonyle en bout de chaîne.
Quelle fonction pour le nom « propanoate de méthyle » ?	Ester. Le nom en ...-oate d'alkyle est celui d'un ester.
Quelle fonction pour le nom « propyne » ?	Alcyne. Le suffixe -yne indique une triple liaison C≡C.
Quelle fonction pour le nom « butan-1-ol » ?	Alcool. Le suffixe -ol indique un groupe -OH sur un carbone saturé.
Quelle fonction pour le nom « but-2-ène » ?	Alcène. Le suffixe -ène indique une double liaison C=C.
Quelles fonctions dans l'aspirine (acide acétylsalicylique) ?	Acide carboxylique et ester, sur un cycle aromatique. Le -COOH est conservé et le -OH du phénol est acétylé, ce qui donne l'ester.
Quelles fonctions dans le paracétamol ?	Phénol et amide. Un -OH est lié au cycle benzénique et un azote est lié à un groupe acétyle (CH3-CO-NH-).
Quelles fonctions dans l'alanine, CH3-CH(NH2)-COOH ?	Amine primaire et acide carboxylique. Le -NH2 est porté par le carbone alpha, voisin du -COOH, comme dans tous les acides alpha-aminés.
Quelles fonctions dans le glucose sous forme linéaire ?	Aldéhyde et alcools (cinq -OH). Le glucose est un aldose : sa fonction carbonyle est un aldéhyde.

5. Les étapes de la glycolyse, enzyme par enzyme

28 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Où se déroule la glycolyse dans la cellule ?	Dans le cytosol. Elle n'a pas besoin de mitochondrie : elle fonctionne aussi dans les globules rouges.
Quel est le substrat de départ et le produit final de la glycolyse ?	Une molécule de glucose (6 carbones) donne deux molécules de pyruvate (3 carbones). La voie compte 10 réactions successives.
Selon le découpage le plus courant, quelles étapes forment la phase d'investissement de la glycolyse ?	Les étapes 1 à 5 ; les étapes 6 à 10 forment la phase de rendement. La 1re phase s'achève quand les deux trioses sont devenus du glycéraldéhyde-3-phosphate.
Quelle enzyme phosphoryle le glucose en glucose-6-phosphate (étape 1) ?	L'hexokinase. Elle consomme 1 ATP. Dans le foie et les cellules β du pancréas, l'isoforme est la glucokinase.
Quelle enzyme transforme le glucose-6-phosphate en fructose-6-phosphate (étape 2) ?	La phosphoglucose isomérase. Elle convertit un aldose en cétose, sans ATP ni NADH.
Quelle enzyme phosphoryle le fructose-6-phosphate en fructose-1,6-bisphosphate (étape 3) ?	La phosphofructokinase-1 (PFK-1). Elle consomme le deuxième ATP de la voie.
Quelle enzyme coupe le fructose-1,6-bisphosphate en deux trioses phosphates (étape 4) ?	L'aldolase. Elle donne le glycéraldéhyde-3-phosphate (G3P) et la dihydroxyacétone phosphate (DHAP).
Quelle enzyme interconvertit la DHAP et le glycéraldéhyde-3-phosphate (étape 5) ?	La triose phosphate isomérase. Elle permet aux deux trioses de poursuivre la voie sous forme de G3P.
Quelle enzyme oxyde le glycéraldéhyde-3-phosphate en 1,3-bisphosphoglycérate (étape 6) ?	La glycéraldéhyde-3-phosphate déshydrogénase. Elle utilise du phosphate inorganique et réduit un NAD^+ en NADH.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle enzyme transforme le 1,3-bisphosphoglycérate en 3-phosphoglycérate (étape 7) ?	La phosphoglycérate kinase. Elle transfère un phosphate à l'ADP : première production d'ATP de la voie.
Quelle enzyme transforme le 3-phosphoglycérate en 2-phosphoglycérate (étape 8) ?	La phosphoglycérate mutase. Elle déplace le phosphate du carbone 3 au carbone 2, sans ATP.
Quelle enzyme transforme le 2-phosphoglycérate en phosphoénolpyruvate (étape 9) ?	L'énolase. Elle retire une molécule d'eau : c'est la seule déshydratation de la voie.
Quelle enzyme transforme le phosphoénolpyruvate (PEP) en pyruvate (étape 10) ?	La pyruvate kinase. Elle donne un ATP par phosphorylation au niveau du substrat, et la réaction est irréversible.
Quelles sont les 3 étapes irréversibles de la glycolyse ?	Les étapes 1, 3 et 10 : hexokinase, PFK-1 et pyruvate kinase. Leur variation d'énergie libre est fortement négative.
Quelles étapes de la glycolyse consomment de l'ATP ?	Les étapes 1 (hexokinase) et 3 (PFK-1), soit 2 ATP par glucose. C'est la phase d'investissement.
Quelles étapes de la glycolyse produisent de l'ATP ?	Les étapes 7 (phosphoglycérate kinase) et 10 (pyruvate kinase), soit 4 ATP par glucose. Chacune a lieu deux fois, une par triose.
Quelle étape de la glycolyse produit du NADH ?	L'étape 6, catalysée par la G3P déshydrogénase. Elle a lieu deux fois par glucose : 2 NADH.
Quelles enzymes de la glycolyse sont des isomérases ?	Celles des étapes 2, 5 et 8 : phosphoglucose isomérase, triose phosphate isomérase et phosphoglycérate mutase. Une mutase est une isomérase qui déplace un groupement à l'intérieur de la molécule.
Quel est le bilan net de la glycolyse pour une molécule de glucose ?	2 pyruvate, 2 ATP nets et 2 NADH. 4 ATP produits moins 2 ATP consommés.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle enzyme est le principal point de régulation de la glycolyse ?	La phosphofructokinase-1 (PFK-1). Inhibée par l'ATP et le citrate, activée par l'AMP et le fructose-2,6-bisphosphate.
Quelle est l'action du glucose-6-phosphate sur l'hexokinase ?	Il l'inhibe par rétrocontrôle. Cela évite l'accumulation de glucose-6-phosphate quand l'aval est saturé.
Quel intermédiaire de la glycolyse active la pyruvate kinase, plus en aval ?	Le fructose-1,6-bisphosphate. L'ATP et l'alanine l'inhibent.
Quel est le devenir du pyruvate en aérobiose ?	Il entre dans la mitochondrie et devient de l'acétyl-CoA, par la pyruvate déshydrogénase. L'acétyl-CoA entre ensuite dans le cycle de Krebs.
Chez l'humain, quel est le devenir du pyruvate en anaérobiose ?	Il est réduit en lactate par la lactate déshydrogénase. Cette réaction régénère le NAD^+ nécessaire à l'étape 6.
Pourquoi la glycolyse est-elle la seule source d'ATP du globule rouge ?	Il n'a pas de mitochondrie, donc pas de cycle de Krebs ni de chaîne respiratoire. Son pyruvate est converti en lactate.
Un déficit en pyruvate kinase des globules rouges provoque quelle conséquence clinique ?	Une anémie hémolytique. Le globule rouge produit moins d'ATP et la rate le détruit avant terme.
Si la phosphofructokinase-1 est bloquée, quel intermédiaire s'accumule juste en amont ?	Le fructose-6-phosphate. Le glucose-6-phosphate s'accumule aussi, par l'équilibre de l'isomérase.
Si la pyruvate kinase est bloquée, quel intermédiaire s'accumule juste en amont ?	Le phosphoénolpyruvate (PEP). La 2e phase ne produit alors qu'une partie de ses 4 ATP.

6. Classification des lipides : familles, structures et exemples

50 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Comment définit-on les lipides ?	Des molécules hydrophobes, peu ou pas solubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques. La définition est physique : les lipides n'ont pas de structure commune.
Qu'est-ce qui distingue les lipides vrais des lipides non vrais ?	Les lipides vrais sont des esters ou des amides d'acides gras ; les non vrais ne contiennent pas d'acide gras. Stéroïdes et terpènes sont des lipides non vrais, dérivés de l'isoprène.
Qu'est-ce qu'un acide gras ?	Un acide carboxylique à longue chaîne carbonée, le plus souvent non ramifiée et à nombre pair de carbones. Les plus courants ont de 12 à 20 carbones.
Qu'est-ce qu'un acide gras saturé ?	Un acide gras sans aucune double liaison C=C dans sa chaîne. Ex. : l'acide palmitique et l'acide stéarique.
Qu'est-ce qu'un acide gras insaturé ?	Un acide gras qui porte une ou plusieurs doubles liaisons C=C, presque toujours de configuration cis (Z). Mono-insaturé : une double liaison. Polyinsaturé : au moins deux.
Que signifie la notation C18:1 pour un acide gras ?	18 carbones et 1 double liaison. Le nombre avant les deux-points est la longueur de la chaîne, celui d'après le nombre de doubles liaisons.
Quel est l'acide gras saturé à 16 carbones ?	L'acide palmitique, C16:0. Avec l'acide stéarique, c'est l'un des deux acides gras saturés les plus abondants.
Quel est l'acide gras saturé à 18 carbones ?	L'acide stéarique, C18:0. Il compose la tristéarine, triglycéride à 3 acides stéariques.

QUESTION	RÉPONSE
Quel est l'acide gras mono-insaturé le plus courant, à 18 carbones ?	L'acide oléique, C18:1 (Δ9, oméga-9). La double liaison est cis, entre les carbones 9 et 10 en partant du COOH.
Quel acide gras essentiel compte 18 carbones et 2 doubles liaisons ?	L'acide linoléique, C18:2 (Δ9,12, oméga-6). Il est le précurseur de l'acide arachidonique.
Quel acide gras essentiel compte 18 carbones et 3 doubles liaisons ?	L'acide α-linolénique, C18:3 (Δ9,12,15, oméga-3). Il est le précurseur des oméga-3 à longue chaîne (EPA, DHA).
Quel acide gras oméga-6 compte 20 carbones et 4 doubles liaisons ?	L'acide arachidonique, C20:4 (Δ5,8,11,14). Il est le principal précurseur des eicosanoïdes.
Que signifie « oméga-3 » dans le nom d'un acide gras ?	La première double liaison est au 3e carbone en partant de l'extrémité méthyle (CH3, le carbone ω). La numérotation Δ part au contraire du COOH.
Un acide gras à 18 carbones a sa première double liaison au 6e carbone en partant du CH3 : de quelle famille est-il ?	De la famille oméga-6. C'est le cas de l'acide linoléique, C18:2.
Pourquoi dit-on que les acides linoléique et α-linolénique sont essentiels ?	L'être humain ne sait pas les synthétiser : ils doivent venir de l'alimentation. Ils sont les chefs de file des familles oméga-6 et oméga-3.
Quel est l'effet d'une double liaison cis sur la chaîne d'un acide gras ?	Elle la coude et abaisse le point de fusion. L'acide oléique fond vers 13 °C, l'acide stéarique vers 69 °C.
Comment diffère un acide gras trans d'un acide gras cis ?	Sa chaîne reste presque droite, comme celle d'un acide gras saturé, car les H sont de part et d'autre de la double liaison. Les trans viennent surtout de l'hydrogénation industrielle des huiles.
Qu'est-ce qui distingue lipides simples et lipides complexes ?	Les simples ne contiennent que C, H et O ; les complexes contiennent en plus P, N, S ou un ose. Tous sont des esters ou amides d'acides gras.
Comment classe-t-on les lipides simples ?	D'après l'alcool qui estérifie l'acide gras : glycérides (glycérol), cérides (alcool à longue chaîne) et stérides (stérol).

QUESTION	RÉPONSE
Qu'est-ce qu'un glycéride ?	Un ester du glycérol et d'acides gras : mono-, di- ou triglycéride selon le nombre d'acides gras fixés. On dit aussi acylglycérol.
Qu'est-ce qu'un triglycéride ?	Un glycérol estérifié par trois acides gras (triacylglycérol). Il est hydrolysé par les lipases en glycérol et acides gras.
Combien de molécules d'eau libère la formation d'un triglycéride à partir du glycérol et de trois acides gras ?	3 molécules d'eau, une par liaison ester. À l'inverse, l'hydrolyse en consomme 3 et libère le glycérol et les 3 acides gras.
Quel est le rôle principal des triglycérides ?	Stocker l'énergie, surtout dans le tissu adipeux. Ils fournissent environ 9 kcal/g, contre 4 pour les glucides et les protéines.
Qu'est-ce qui distingue une graisse d'une huile ?	La graisse est solide à température ambiante et riche en acides gras saturés ; l'huile est liquide et riche en acides gras insaturés.
Qu'est-ce qu'une cire ?	Un céride : l'ester d'un acide gras à longue chaîne et d'un alcool gras à longue chaîne. Ex. : la cire d'abeille. Elle protège et imperméabilise.
Qu'est-ce qu'un stéride ?	L'ester d'un stérol (le plus souvent le cholestérol) et d'un acide gras. Le cholestérol estérifié est la forme de stockage et de transport dans les lipoprotéines.
Comment classe-t-on la tristéarine ?	Comme un triglycéride, donc un glycéride, donc un lipide simple. Elle associe un glycérol et 3 acides stéariques.
Qu'est-ce qu'un phospholipide ?	Un lipide complexe qui contient un groupement phosphate. Deux familles : les glycérophospholipides (glycérol) et les sphingophospholipides (sphingosine).
Qu'est-ce que l'acide phosphatidique ?	Un glycérol qui porte 2 acides gras (en C1 et C2) et un phosphate (en C3). Il est le squelette de tous les glycérophospholipides.

QUESTION	RÉPONSE
Comment obtient-on un glycérophospholipide à partir de l'acide phosphatidique ?	En estérifiant le phosphate par un alcool : choline, éthanolamine, sérine ou inositol. Cet alcool donne son nom au lipide et forme la tête polaire.
Quel glycérophospholipide porte la choline ?	La phosphatidylcholine, aussi appelée lécithine. Elle est le principal phospholipide des membranes.
Une molécule associe du glycérol, 2 acides gras, un phosphate et de l'éthanolamine : de quel lipide s'agit-il ?	D'une phosphatidyléthanolamine, un glycérophospholipide. L'alcool fixé sur le phosphate donne son nom au lipide.
Pourquoi dit-on d'un phospholipide qu'il est amphipathique ?	Il a une tête polaire hydrophile et deux queues d'acides gras hydrophobes. Dans l'eau, il forme des micelles ou des bicouches, comme dans les membranes.
Qu'est-ce qu'un plasmalogène ?	Un glycérophospholipide dont la chaîne en C1 est liée au glycérol par une liaison éther (vinyl-éther) et non par une liaison ester.
Quel est le squelette des sphingolipides ?	La sphingosine, un amino-alcool à longue chaîne carbonée. Elle remplace le glycérol des glycérolipides.
Qu'est-ce qu'un céramide ?	Une sphingosine liée à un acide gras par une liaison amide. C'est le point de départ de tous les sphingolipides.
Qu'est-ce que la sphingomyéline ?	Un céramide porteur d'une phosphocholine. C'est le phospholipide sans glycérol, abondant dans la gaine de myéline.
Qu'est-ce qu'un cérébroside ?	Un céramide lié à un seul ose, glucose ou galactose. C'est un glycolipide, sans phosphate.
Un lipide a une sphingosine, un acide gras en liaison amide et un galactose : lequel est-ce ?	Un galactocérébroside, un glycolipide. Il est riche dans la myéline du système nerveux.
Qu'est-ce qu'un ganglioside ?	Un céramide lié à un oligoside qui contient de l'acide sialique (acide N-acétylneuraminique). Ils sont abondants dans les neurones.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle structure de base partagent tous les stéroïdes ?	Un noyau de 17 carbones à 4 cycles fusionnés : trois cycles à 6 carbones (A, B, C) et un cycle à 5 carbones (D). On l'appelle le noyau stérane.
Un lipide ne libère aucun acide gras à l'hydrolyse et possède 4 cycles fusionnés : à quelle famille appartient-il ?	Aux stéroïdes, des lipides non vrais. Le cholestérol en est l'exemple le plus connu.
Qu'est-ce qu'un stérol ?	Un stéroïde porteur d'un groupement hydroxyle (OH) en C3. Le cholestérol est le principal stérol animal.
Combien de carbones compte le cholestérol ?	27 carbones. Il a un OH en C3, une double liaison C5-C6 et une chaîne latérale en C17.
Quels sont les rôles du cholestérol ?	Il entre dans la composition des membranes et sert de précurseur aux hormones stéroïdes, aux acides biliaires et à la vitamine D.
Quelles sont les 5 classes d'hormones stéroïdes ?	Glucocorticoïdes (cortisol), minéralocorticoïdes (aldostérone), androgènes (testostérone), œstrogènes (estradiol) et progestatifs (progestérone). Toutes dérivent du cholestérol.
Que sont les acides biliaires ?	Des stéroïdes à 24 carbones, dérivés du cholestérol et synthétisés par le foie. Ex. : l'acide cholique. Conjugués en sels biliaires, ils émulsifient les lipides alimentaires.
Que sont les isoprénoïdes (terpènes) ?	Des lipides construits par l'assemblage d'unités isoprène à 5 carbones. Ex. : carotènes, vitamines A, E et K, coenzyme Q.
Quelles sont les vitamines liposolubles ?	Les vitamines A, D, E et K. Les vitamines A, E et K sont des isoprénoïdes, la D est dérivée d'un stérol.
Que sont les eicosanoïdes ?	Des médiateurs à 20 carbones dérivés d'acides gras polyinsaturés à 20 carbones, surtout l'acide arachidonique : prostaglandines, thromboxanes et leucotriènes.

7. Les oses en biochimie : les notions à retenir

38 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Qu'est-ce qu'un ose ?	Un glucide simple, non hydrolysable, qui porte plusieurs fonctions alcool et une fonction carbonyle (aldéhyde ou cétone). Formule brute générale : Cn(H2O)n, d'où le nom de « carbohydrate ».
Comment s'appelle un ose dont le carbonyle est un aldéhyde ?	Un aldose, avec la fonction aldéhyde en C1. Ex. : glucose, galactose, ribose.
Comment s'appelle un ose dont le carbonyle est une cétone ?	Un cétose, avec la fonction cétone le plus souvent en C2. Ex. : fructose, dihydroxyacétone.
Comment nomme-t-on un ose à 3, 4, 5 et 6 carbones ?	Triose (3 C), tétrose (4 C), pentose (5 C), hexose (6 C). On associe le préfixe aldo- ou céto- : un aldohexose est un aldose à 6 carbones.
Quels sont les deux seuls trioses ?	Le glycéraldéhyde (aldotriose) et la dihydroxyacétone (cétotriose). Le glycéraldéhyde est l'ose de référence pour définir les séries D et L.
Comment numérote-t-on les carbones d'un ose en projection de Fischer ?	Depuis l'extrémité de la chaîne la plus proche du carbonyle, placée en haut : chez un aldose, C1 est le carbone de l'aldéhyde. Chez un cétose comme le fructose, C1 est le CH2OH voisin de la cétone, qui est en C2.
Qu'est-ce qui définit la série D d'un ose en projection de Fischer ?	L'OH du dernier carbone asymétrique (le plus éloigné du carbonyle) est à droite. Pour un hexose, c'est le carbone C5.
Qu'est-ce qui définit la série L d'un ose en projection de Fischer ?	L'OH du dernier carbone asymétrique est à gauche, comme dans le L-glycéraldéhyde. Les oses naturels sont presque tous de série D.

QUESTION	RÉPONSE
Le D-fructose est lévogyre : que signifie la lettre D dans son nom ?	Elle indique la configuration du dernier carbone asymétrique, pas le sens de rotation de la lumière polarisée. Le sens de rotation est donné par (+) dextrogyre ou (-) lévogyre, mesuré au polarimètre.
Combien de stéréoisomères possède un aldohexose ?	16 : il a 4 carbones asymétriques (C2 à C5), donc 2^4 isomères, soit 8 de série D et 8 de série L. Règle générale : 2^n pour n carbones asymétriques.
Combien de stéréoisomères possède un cétohexose ?	8 : il n'a que 3 carbones asymétriques (C3 à C5), le carbone C2 étant le carbonyle. C'est pour cela qu'il y a moins de cétoses que d'aldoses à nombre de carbones égal.
Combien de stéréoisomères possède un aldopentose ?	8 : il a 3 carbones asymétriques (C2 à C4), soit 4 de série D et 4 de série L. Le D-ribose est l'un des quatre aldopentoses de série D.
Quel est le lien entre le D-glucose et le L-glucose ?	Ce sont des énantiomères : images l'un de l'autre dans un miroir, tous les carbones asymétriques sont inversés. En Fischer, tous les OH passent de l'autre côté.
Qu'est-ce que deux épimères ?	Deux oses qui ne diffèrent que par la configuration d'un seul carbone asymétrique. Ce sont des diastéréoisomères, pas des énantiomères.
Quel est l'épimère du D-glucose en C4 ?	Le D-galactose, qui a l'OH de C4 à gauche en Fischer au lieu de droite. Il entre dans la composition du lactose.
Quel est l'épimère du D-glucose en C2 ?	Le D-mannose, qui a l'OH de C2 à gauche en Fischer au lieu de droite.
Comment sont disposés les OH du D-glucose en projection de Fischer, de C2 à C5 ?	À droite, à gauche, à droite, à droite. C3 est le seul carbone dont l'OH est à gauche.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle est la nature du D-fructose ?	Un cétohexose : cétone en C2, formule C6H12O6, isomère de fonction du glucose. Il est lévogyre et se trouve dans le saccharose et dans les fruits.
Quelle est la différence entre le ribose et le désoxyribose ?	Le désoxyribose a un H à la place de l'OH du carbone C2. Le ribose entre dans l'ARN, le 2-désoxyribose dans l'ADN.
Quelle réaction permet la cyclisation d'un ose ?	Une addition intramoléculaire d'un OH de la chaîne sur le carbonyle, qui forme un hémiacétal (hémicétal pour un cétose). Le carbonyle disparaît et un nouvel OH apparaît.
Quel est le cycle d'un ose à 6 atomes dont un oxygène ?	Un pyranose, de « pyrane ». Le glucose se cyclise surtout ainsi : l'OH de C5 attaque le carbonyle de C1.
Quel est le cycle d'un ose à 5 atomes dont un oxygène ?	Un furanose, de « furane ». Le ribose et le désoxyribose des acides nucléiques sont des furanoses.
Dans la forme cyclique du D-glucose, quel OH forme le pont oxygène du cycle ?	Celui de C5, qui s'ajoute au carbonyle de C1 : l'oxygène du cycle est celui de C5. On obtient le D-glucopyranose.
Quel OH du D-fructose s'ajoute à la cétone pour former le D-fructofuranose ?	Celui de C5, qui s'ajoute au carbonyle de C2. Le cycle compte 5 atomes, dont l'oxygène de C5.
Qu'est-ce que le carbone anomérique ?	Le carbone du carbonyle de la forme ouverte, devenu asymétrique après cyclisation : C1 pour les aldoses, C2 pour les cétoses. Il porte l'OH hémiacétalique.
Combien de carbones asymétriques compte le D-glucopyranose ?	5 : les 4 de la forme ouverte (C2 à C5) et le carbone anomérique C1. La cyclisation ajoute un centre asymétrique.

QUESTION	RÉPONSE
Qu'est-ce que deux anomères ?	Deux formes cycliques d'un même ose qui ne diffèrent que par la configuration du carbone anomérique. Ce sont des épimères particuliers, notés α et β.
En passant de la projection de Fischer à la représentation de Haworth, où va un OH placé à droite ?	En dessous du plan du cycle. Un OH à gauche en Fischer passe au-dessus ; en série D, le CH2OH terminal est au-dessus.
Pour un ose de série D, où se place l'OH anomérique de l'anomère alpha (α) dans la représentation de Haworth ?	Vers le bas du plan du cycle, du côté opposé au CH2OH de C5. En Fischer, l'OH anomérique de l'anomère α est du même côté que l'OH de référence (à droite en série D).
Pour un ose de série D, où se place l'OH anomérique de l'anomère bêta (β) dans la représentation de Haworth ?	Vers le haut du plan du cycle, du même côté que le CH2OH de C5. En Fischer, l'OH anomérique du β est du côté opposé à l'OH de référence (à gauche en série D).
Dans le β-D-glucopyranose en chaise, où sont tous les substituants du cycle ?	En position équatoriale. C'est ce qui rend l'anomère β plus stable que l'α, et majoritaire à l'équilibre.
Qu'est-ce que la mutarotation ?	La variation du pouvoir rotatoire d'une solution fraîche d'un anomère pur, qui évolue jusqu'à une valeur d'équilibre. Les deux anomères se transforment l'un dans l'autre en passant par la forme ouverte.
Quelle est la composition à l'équilibre d'une solution de D-glucose ?	Environ 36 % d'anomère α et 64 % de β, avec une très faible part de forme ouverte. Le pouvoir rotatoire d'équilibre est de +52,6° (+112,2° pour l'α pur et +18,7° pour le β pur).
Pourquoi un ose libre est-il réducteur ?	Son carbone anomérique porte un OH hémiacétalique libre : la forme ouverte, en équilibre, réduit les ions Cu2+ (liqueur de Fehling) et Ag+ (réactif de Tollens). Le fructose l'est aussi : en milieu basique, il s'isomérise en aldoses.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle liaison relie le carbone anomérique d'un ose à un autre composé ?	Une liaison osidique (glycosidique) : l'OH anomérique réagit avec un OH ou un NH, avec perte d'une molécule d'eau. Le pouvoir réducteur du carbone engagé disparaît.
Que donne le remplacement de l'OH du carbone C2 du glucose par un groupe NH2 ?	La glucosamine, une osamine. Sa forme N-acétylée, la N-acétylglucosamine, fait partie des huit oses essentiels de l'organisme.
Comment s'appelle le dérivé du glucose dont le carbone C6 est oxydé en acide carboxylique ?	L'acide glucuronique, un acide uronique. Seule l'extrémité CH2OH est oxydée : la fonction aldéhyde de C1 reste intacte.
Que donne la réduction de la fonction carbonyle du glucose ?	Un polyol, le sorbitol (glucitol). Il n'a plus de carbone anomérique et n'est plus réducteur.

8. Vocabulaire d'anatomie générale : orientation, plans et mouveme

50 cartes

TERME	DÉFINITION
Position anatomique	Position de référence du corps : debout, pieds réunis, bras le long du corps, paumes en avant, regard droit et horizontal. Toute description (avant, arrière, droite, gauche) s'y rapporte, quelle que soit la posture réelle du patient.
Axe vertical	Axe crânio-caudal : il va de la tête aux pieds en passant par le milieu du corps.
Axe sagittal	Axe antéro-postérieur : il traverse le corps du ventre vers le dos. Sagittal vient du latin sagitta, la flèche.
Axe transversal	Axe qui traverse le corps de gauche à droite.
Plan sagittal	Plan vertical parallèle à l'axe antéro-postérieur : il sépare la droite de la gauche. Il en existe une infinité, parallèles entre eux.
Plan sagittal médian	Le plan sagittal qui passe par le centre du corps et le divise en deux moitiés égales, droite et gauche.
Plan frontal	Plan vertical, à angle droit avec les plans sagittaux : il sépare une partie antérieure (ventrale) d'une partie postérieure (dorsale). On dit aussi plan coronal.
Plan transversal	Plan horizontal : il sépare une partie supérieure (crâniale) d'une partie inférieure (caudale). On dit aussi plan axial, d'où la coupe axiale du scanner.
Antérieur (ventral)	Situé plus en avant du corps. Ex. : le nez est antérieur aux oreilles.
Postérieur (dorsal)	Situé plus en arrière du corps. Ex. : la colonne vertébrale est postérieure au sternum.
Supérieur	Situé plus haut, selon l'axe vertical du corps. Ex. : la hanche est supérieure au genou.

TERME	DÉFINITION
Inférieur	Situé plus bas, selon l'axe vertical du corps. Ex. : le pelvis est inférieur au thorax.
Médial	Plus proche de l'axe du corps (du plan sagittal médian) que la structure à laquelle on compare. Ex. : l'ulna est médial par rapport au radius.
Latéral	Plus éloigné de l'axe du corps (du plan sagittal médian) que la structure à laquelle on compare. Ex. : le radius est latéral par rapport à l'ulna.
Médian	Situé dans le plan sagittal médian lui-même, au milieu du corps. À distinguer de médial, qui compare deux structures.
Proximal	Plus proche de l'origine, de la racine du membre. Ex. : l'épaule est proximale par rapport au coude.
Distal	Plus éloigné de l'origine, de la racine du membre. Ex. : la main est distale par rapport au coude.
Crânial	Vers la tête, sur le tronc. Parfois utilisé à la place de supérieur, surtout chez l'embryon.
Caudal	Vers la queue, donc vers le bas du tronc et les pieds. Parfois utilisé à la place d'inférieur, surtout chez l'embryon.
Rostral	Vers le nez, surtout pour situer une structure de la tête. Ex. : le cerveau antérieur est rostral par rapport au cerveau postérieur.
Superficiel	Plus proche de la surface du corps, de la peau.
Profond	Plus éloigné de la surface, vers l'intérieur du corps.
Homolatéral	Situé du même côté du corps, par rapport à l'axe de référence (on dit aussi ipsilatéral). Ex. : la main droite et le pied droit.

TERME	DÉFINITION
Controlatéral	Situé du côté opposé de l'axe de référence. Ex. : le bras droit et la jambe gauche.
Palmaire	Relatif à la face antérieure de la main, la paume.
Plantaire	Relatif à la face inférieure du pied, la plante.
Flexion	Mouvement qui rapproche deux segments osseux l'un de l'autre. Se fait dans le plan sagittal, autour d'un axe transversal.
Extension	Mouvement qui éloigne deux segments osseux l'un de l'autre, l'inverse de la flexion. Se fait dans le plan sagittal, autour d'un axe transversal.
Abduction	Mouvement qui éloigne un segment de membre de l'axe médian du corps. Se fait dans le plan frontal, autour d'un axe sagittal.
Adduction	Mouvement qui rapproche un segment de membre de l'axe médian du corps, l'inverse de l'abduction. Se fait dans le plan frontal, autour d'un axe sagittal.
Rotation médiale (interne)	Mouvement qui amène la face antérieure d'un os vers la ligne médiane du corps : on tourne vers l'intérieur. Se fait dans le plan transversal, autour d'un axe vertical.
Rotation latérale (externe)	Mouvement inverse de la rotation médiale : la face antérieure d'un os s'éloigne de la ligne médiane, on tourne vers l'extérieur. Se fait dans le plan transversal, autour d'un axe vertical.
Pronation (main)	Mouvement de l'avant-bras qui met la paume de la main vers le bas quand l'avant-bras est horizontal.
Supination (main)	Mouvement inverse de la pronation : la paume de la main est tournée vers le haut quand l'avant-bras est horizontal. C'est la position de la main en position anatomique.

TERME	DÉFINITION
Circumduction	Mouvement complexe où l'extrémité du membre décrit un cercle. Il combine flexion, adduction, extension et abduction.
Ostéologie	Étude des os.
Myologie	Étude des muscles.
Complète : le cœur est ... par rapport au diaphragme (supérieur ou inférieur).	Supérieur. Le diaphragme est plus bas sur l'axe vertical.
Complète : les yeux sont ... par rapport au nez (médiaux ou latéraux).	Latéraux. Ils sont plus éloignés du plan sagittal médian que le nez, qui est médial par rapport à eux.
Complète : le genou est ... par rapport à la cheville (proximal ou distal).	Proximal. Sur le membre inférieur, le genou est plus près de la racine du membre que la cheville.
Complète : la peau est ... par rapport aux muscles (superficielle ou profonde).	Superficielle. Elle est plus proche de la surface du corps.
Complète : l'œil gauche et la main droite sont ... (homolatéraux ou controlatéraux).	Controlatéraux. Ils sont de part et d'autre de l'axe du corps.
Quel plan vertical passe par le milieu du nez et divise le visage en deux moitiés égales, droite et gauche ?	Le plan sagittal médian. Les autres plans sagittaux, parallèles à lui, donnent deux parties inégales.
Quel plan sépare le visage de l'arrière du crâne ?	Le plan frontal (coronal). Il est vertical et sépare l'avant de l'arrière.
Quel plan coupe le corps au niveau du nombril et sépare le haut du bas ?	Le plan transversal (horizontal, axial). Il sépare une partie supérieure d'une partie inférieure.
Plier le coude pour rapprocher la main de l'épaule : quel mouvement ?	Une flexion. Les deux segments osseux, bras et avant-bras, se rapprochent.

TERME	DÉFINITION
Tendre le genou pour redresser la jambe après l'avoir pliée : quel mouvement ?	Une extension. Les deux segments osseux, cuisse et jambe, s'éloignent.
Lever le bras sur le côté, loin du corps : quel mouvement ?	Une abduction. Le bras s'éloigne de l'axe médian du corps, dans le plan frontal.
Ramener le bras levé sur le côté contre le corps : quel mouvement ?	Une adduction. Le bras se rapproche de l'axe médian du corps, dans le plan frontal.
Avant-bras horizontal, tourner la paume de la main vers le sol : quel mouvement ?	Une pronation. La paume passe vers le bas ; le mouvement inverse est la supination.

9. Cycle cellulaire, mitose et méiose en flashcards

53 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Quelles sont les 4 phases du cycle cellulaire d'une cellule qui se divise, dans l'ordre ?	G1, S, G2, puis M. G1 et G2 sont des phases de croissance (gap), S la réplication de l'ADN, M la division.
Qu'appelle-t-on interphase ?	L'ensemble G1, S et G2, c'est-à-dire tout le cycle sauf la phase M. C'est la période entre deux divisions, où la cellule croît et réplique son ADN.
Que fait la cellule en phase G1 ?	Elle croît et synthétise protéines et organites ; son ADN n'est pas encore répliqué. Une cellule diploïde humaine a 46 chromosomes à une chromatide et 2C d'ADN.
Quel événement caractérise la phase S ?	La réplication de l'ADN, qui passe de 2C à 4C. Le centrosome est aussi dupliqué ; le nombre de chromosomes ne change pas.
Que fait la cellule en phase G2 ?	Elle se prépare à la mitose et vérifie que la réplication est complète et l'ADN intact. Chaque chromosome a deux chromatides sœurs, l'ADN est à 4C.
Comment s'appelle l'état d'une cellule qui sort du cycle sans se diviser ?	La phase G0 (quiescence). Elle part de G1 ; certaines cellules y reviennent dans le cycle sous l'effet de signaux de croissance, d'autres ne se divisent plus.
Quels sont les 3 principaux points de contrôle du cycle cellulaire ?	G1/S, G2/M et métaphase/anaphase (point de contrôle du fuseau). Ils bloquent le cycle tant que la condition de passage n'est pas remplie.
Que vérifie le point de contrôle G1/S (point de restriction) ?	Que l'ADN est intact et que la cellule a la taille, les nutriments et les signaux de croissance nécessaires. Passé ce point, la cellule est engagée dans la division.

QUESTION	RÉPONSE
Que vérifie le point de contrôle G2/M ?	Que la réplication de l'ADN est complète et qu'il n'est pas endommagé. Si c'est le cas, la cellule peut entrer en mitose.
Que vérifie le point de contrôle du fuseau, en métaphase ?	Que tous les chromosomes sont attachés au fuseau par leurs kinétochores. Tant qu'un kinétochore est libre, l'anaphase est retardée.
Qu'est-ce qu'une CDK ?	Une kinase dépendante d'une cycline : elle n'est active que liée à une cycline. Sa concentration reste à peu près constante tout au long du cycle.
Pourquoi appelle-t-on cyclines certaines protéines du cycle ?	Leur concentration varie de façon cyclique : elles sont synthétisées puis dégradées à chaque cycle. La dégradation passe par l'ubiquitination et le protéasome.
Quel complexe CDK-cycline déclenche l'entrée en mitose ?	Cycline B-CDK1, appelé MPF (mitosis promoting factor). Il phosphoryle de nombreuses protéines : lamines, histone H1, protéines du fuseau.
Quels complexes CDK-cycline font progresser la cellule en G1 ?	Cycline D-CDK4/6, puis cycline E-CDK2 pour franchir G1/S. Ils phosphorylent la protéine Rb.
Quel complexe CDK-cycline agit pendant la phase S ?	Cycline A-CDK2. Elle intervient dans le déroulement de la réplication de l'ADN.
Quel rôle joue la protéine Rb dans le passage G1/S ?	Non phosphorylée, elle retient le facteur de transcription E2F et bloque le passage en S. Sa phosphorylation par les CDK libère E2F, qui active les gènes de la phase S.
Quel est le rôle de p53 après une lésion de l'ADN ?	Elle active la transcription de p21, ce qui arrête le cycle en G1 ; si la lésion est irréparable, elle peut déclencher l'apoptose. TP53 est un gène suppresseur de tumeur, très souvent muté dans les cancers.

QUESTION	RÉPONSE
Que fait la protéine p21 ?	Elle inhibe les complexes CDK-cycline, notamment cycline E-CDK2. C'est un inhibiteur de CDK, induit par p53.
Quel est le rôle de la phosphatase Cdc25 ?	Elle active CDK1 en retirant ses phosphates inhibiteurs, ce qui permet l'entrée en mitose. La kinase Wee1 fait l'inverse : elle pose ces phosphates et retient la cellule en G2.
Quel complexe provoque la dégradation de la cycline B et de la sécurine à la fin de la métaphase ?	L'APC/C (anaphase promoting complex), une ubiquitine ligase. La chute de la cycline B fait sortir la cellule de la mitose.
Quelle enzyme déclenche la séparation des chromatides sœurs en anaphase ?	La séparase, qui clive la cohésine. Elle est inhibée par la sécurine jusqu'à ce que l'APC/C dégrade celle-ci.
Pourquoi les mutations de Rb ou de p53 favorisent-elles les cancers ?	Ce sont des suppresseurs de tumeur : leur perte lève des freins du cycle et la cellule prolifère malgré des lésions. À l'inverse, un oncogène (cycline D, par exemple) agit comme un accélérateur.
Qu'est-ce que la mitose ?	La division du noyau en deux noyaux génétiquement identiques, avec le même nombre de chromosomes que la cellule mère. La cytocinèse partage ensuite le cytoplasme et donne deux cellules filles.
Quelles sont les phases de la mitose, dans l'ordre ?	Prophase, prométaphase, métaphase, anaphase, télophase. La cytocinèse, qui partage le cytoplasme, commence en général en fin d'anaphase.
Que se passe-t-il en prophase ?	Les chromosomes se condensent, le nucléole disparaît et les deux centrosomes migrent vers les pôles en formant le fuseau. Chaque chromosome est visible avec ses deux chromatides.
Que se passe-t-il en prométaphase ?	L'enveloppe nucléaire se rompt et les microtubules s'attachent aux kinétochores des chromosomes. Les chromosomes sont alors mobilisés vers l'équateur.

QUESTION	RÉPONSE
Que se passe-t-il en métaphase ?	Les chromosomes sont alignés sur la plaque équatoriale, au maximum de leur condensation. C'est le moment le plus favorable pour établir un caryotype.
Que se passe-t-il en anaphase mitotique ?	Les chromatides sœurs se séparent et migrent vers les pôles opposés. Chaque chromatide devient un chromosome à part entière.
Que se passe-t-il en télophase ?	Les chromosomes se décondensent, l'enveloppe nucléaire et les nucléoles se reforment autour de chaque lot. Le fuseau disparaît.
Comment la cellule animale se coupe-t-elle en deux lors de la cytocinèse ?	Un anneau contractile d'actine et de myosine forme un sillon de clivage qui étrangle la cellule. Il se place dans le plan de la plaque équatoriale.
Qu'est-ce qu'un kinétochore ?	Un complexe protéique assemblé sur le centromère, où s'attachent les microtubules du fuseau. Chaque chromatide en porte un.
Quels sont les deux mouvements de l'anaphase ?	L'anaphase A rapproche les chromatides des pôles (raccourcissement des microtubules kinétochoriens) ; l'anaphase B écarte les pôles entre eux. Le fuseau s'allonge pendant l'anaphase B.
Qu'est-ce que la méiose ?	Deux divisions successives après une seule réplication de l'ADN, qui donnent 4 cellules haploïdes génétiquement différentes. Elle a lieu dans les gonades, lors de la formation des gamètes.
Quelle est la différence de nature entre la méiose I et la méiose II ?	La méiose I sépare les chromosomes homologues (division réductionnelle) ; la méiose II sépare les chromatides sœurs (division équationnelle). La méiose II ressemble à une mitose.
Quels sont les 5 stades de la prophase I, dans l'ordre ?	Leptotène, zygotène, pachytène, diplotène, diacinèse. L'appariement des homologues commence au zygotène.

QUESTION	RÉPONSE
À quel stade de la prophase I a lieu le crossing-over ?	Au pachytène, quand le complexe synaptonémal est complet. Il y a échange de segments entre chromatides non sœurs des chromosomes homologues.
Qu'appelle-t-on chiasma ?	Un point de contact visible entre chromatides non sœurs d'homologues, trace d'un crossing-over, bien visible au diplotène. Il maintient les homologues réunis jusqu'à l'anaphase I.
Comment sont disposés les chromosomes en métaphase I ?	Les paires d'homologues (bivalents) sont alignées sur la plaque équatoriale, chaque homologue tourné vers un pôle différent. L'orientation de chaque paire est indépendante des autres.
Que se passe-t-il en anaphase I ?	Les chromosomes homologues migrent vers les pôles opposés, chacun avec ses deux chromatides. Les centromères ne se divisent pas.
Qu'est-ce que le brassage interchromosomique ?	La répartition au hasard des homologues paternels et maternels dans les cellules filles lors de l'anaphase I. Chez l'homme, il donne 2^{23} (plus de 8 millions) de gamètes possibles, sans compter le crossing-over.
Qu'est-ce que le brassage intrachromosomique ?	La recombinaison de gènes liés par le crossing-over, qui crée de nouvelles combinaisons d'allèles sur un même chromosome. Elle a lieu en prophase I.
Qu'est-ce qu'une non-disjonction ?	Une erreur où deux chromosomes (ou chromatides) qui devaient se séparer vont dans la même cellule fille. Ex. : un gamète à deux chromosomes 21, fécondé par un gamète normal, donne un zygote à trois chromosomes 21 (trisomie 21 libre).
Où se bloque l'ovocyte I avant l'ovulation ?	En prophase I (stade diplotène), depuis la vie fœtale. La méiose I reprend juste avant l'ovulation.

QUESTION	RÉPONSE
Où se bloque l'ovocyte II, et quand la méiose s'achève-t-elle ?	En métaphase II ; elle ne s'achève que si un spermatozoïde pénètre l'ovocyte. La fécondation rétablit alors la diploïdie.
Combien de spermatozoïdes donne la méiose d'un spermatocyte I ?	4 spermatozoïdes. Les 4 spermatides issues de la méiose se différencient en spermatozoïdes.
Combien de gamètes donne la méiose d'un ovocyte I ?	Un seul. Les autres produits sont des globules polaires (un à trois), petits, qui dégénèrent.
Une cellule humaine en G2 : combien de chromosomes, de chromatides et de C d'ADN ?	46 chromosomes, 92 chromatides, 4C. La réplication a doublé l'ADN, pas le nombre de chromosomes.
Une cellule humaine en métaphase de mitose : combien de chromosomes et de C d'ADN ?	46 chromosomes à deux chromatides, 4C. La quantité d'ADN ne diminue qu'après la séparation des cellules filles.
Une cellule humaine en anaphase de mitose : combien de chromosomes et de C d'ADN ?	92 chromosomes à une chromatide, 4C. Le nombre de chromosomes double car chaque chromatide sœur devient un chromosome.
Une cellule fille issue de la méiose I (spermatocyte II) : combien de chromosomes et de C d'ADN ?	23 chromosomes à deux chromatides, 2C. La réduction chromosomique a lieu à cette étape, avant la méiose II.
Une cellule humaine en anaphase II : combien de chromosomes et de C d'ADN ?	46 chromosomes à une chromatide (23 vers chaque pôle), 2C. Les chromatides sœurs se séparent : le nombre de chromosomes double, comme en anaphase de mitose.
Combien de chromosomes et de C d'ADN a un spermatozoïde humain ?	23 chromosomes à une chromatide, 1C. La quantité d'ADN a été divisée par 4 par rapport à la cellule en G2.

QUESTION	RÉPONSE
Un poison du fuseau comme la colchicine empêche les microtubules de se former : à quel stade de la mitose les cellules s'accumulent-elles ?	En métaphase (prométaphase et métaphase). Sans fuseau, le point de contrôle du fuseau empêche l'anaphase ; c'est le principe utilisé pour obtenir un caryotype.

10. Embryologie : semaines 1 à 4 de développement

67 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Comment compte-t-on les jours de développement (J) ?	À partir de la fécondation, qui est le jour 0. En semaines d'aménorrhée, on ajoute 2 semaines.
Où a lieu la fécondation ?	Dans l'ampoule de la trompe utérine. L'ovocyte y arrive après l'ovulation.
Que devient l'ovocyte après la fusion avec le spermatozoïde ?	Un zygote, cellule diploïde à 46 chromosomes. C'est le jour 0 du développement.
Comment appelle-t-on la série de mitoses rapides du zygote, sans croissance des cellules ?	La segmentation. Elle donne des cellules de plus en plus petites, les blastomères.
Combien de blastomères compte l'embryon à J1, J2 et J3 ?	2 à J1, 4 à J2 et 8 à J3. Le nombre double à chaque division, de façon approximative.
Quelle enveloppe entoure l'embryon pendant la segmentation ?	La zone pellucide. Elle garde les blastomères groupés et disparaît à l'éclosion.
Qu'est-ce que la compaction ?	Le rapprochement des blastomères, qui s'aplatissent et s'unissent par des jonctions, à partir du stade 8 cellules. Les contours des cellules deviennent indistincts.
Comment s'appelle l'embryon après la compaction, vers J4 ?	La morula. C'est une boule pleine de cellules, sans cavité.
Où se trouve l'embryon à J3-J4 ?	Il arrive dans la cavité utérine, au stade morula. Il vient de traverser la trompe.
Comment les cellules de la morula se répartissent-elles ?	Cellules internes (masse cellulaire interne) et cellules périphériques (trophoblaste). Cette première différenciation précède la cavitation.

QUESTION	RÉPONSE
Qu'est-ce que le blastocyste (vers J5) ?	Un embryon creusé d'une cavité, le blastocèle, qui apparaît par cavitation. Le liquide du blastocèle est sécrété à travers le trophoblaste.
De quoi se compose le blastocyste ?	Du trophoblaste (paroi), de l'embryoblaste (amas interne) et du blastocèle (cavité). Le blastocyste est encore dans la zone pellucide à ce stade.
Que donnent le trophoblaste et l'embryoblaste ?	Le trophoblaste forme la partie embryonnaire du placenta, l'embryoblaste forme l'embryon. L'embryoblaste est aussi appelé masse cellulaire interne.
Qu'est-ce que l'éclosion du blastocyste (J5-J6) ?	La sortie du blastocyste hors de la zone pellucide. Elle le rend capable de s'accoler à l'endomètre.
Par quel pôle du blastocyste commence l'implantation ?	Par le pôle embryonnaire, celui de l'embryoblaste. Il s'accole à l'endomètre vers J6-J7.
Quand l'implantation est-elle terminée ?	Vers J9-J10, quand le blastocyste a entièrement pénétré dans l'endomètre. Un bouchon de fibrine ferme la brèche, puis l'épithélium se reconstitue vers J13.
Quelle couche du trophoblaste envahit l'endomètre ?	Le syncytiotrophoblaste, masse plurinucléée sans limites cellulaires. Il dérive du cytotrophoblaste, couche de cellules isolées qui continue de se diviser.
Quelle hormone du syncytiotrophoblaste maintient le corps jaune ?	L'hCG (gonadotrophine chorionique humaine). C'est elle que détecte le test de grossesse.
Que devient l'embryoblaste à J8 ?	Un disque bilaminaire formé de l'épiblaste et de l'hypoblaste. L'épiblaste est du côté de l'amnios, l'hypoblaste du côté du blastocèle.
Dans quelle couche apparaît la cavité amniotique, vers J8 ?	Entre l'épiblaste et le cytotrophoblaste, au sein du bouton embryonnaire. Les cellules qui la bordent forment l'amnios.

QUESTION	RÉPONSE
Comment s'appelle la cavité délimitée vers J9 par la membrane de Heuser et l'hypoblaste ?	La vésicule vitelline primitive, ou lécithocèle primaire. Elle se forme aux dépens du blastocèle.
Que sont les lacunes du syncytiotrophoblaste, vers J9-J10 ?	Des cavités qui se creusent dans le syncytiotrophoblaste et se remplissent de sang maternel. Elles préfigurent les espaces intervilleux du placenta.
Quel tissu apparaît vers J11-J12 entre le cytotrophoblaste et la vésicule vitelline primitive ?	Le mésoblaste extra-embryonnaire. Il forme un réticulum qui remplit l'espace autour de l'amnios et de la vésicule.
Quelle cavité se creuse dans le mésoblaste extra-embryonnaire vers J12-J13 ?	Le cœlome extra-embryonnaire, ou cavité choriale. Il sépare le disque et ses cavités de la paroi trophoblastique, sauf au niveau du pédicule.
Que relie le pédicule embryonnaire (pédicule de fixation) ?	Le disque embryonnaire au chorion. C'est l'ébauche du cordon ombilical.
Quelle vésicule remplace la vésicule vitelline primitive vers J11-J12 ?	La vésicule vitelline secondaire, ou lécithocèle secondaire. Elle est entièrement bordée de cellules hypoblastiques.
Quelles villosités apparaissent à la fin de la 2e semaine, vers J13 ?	Les villosités primaires. Le cytotrophoblaste forme des bourgeons qui pénètrent dans le syncytiotrophoblaste.
Quel événement définit la 3e semaine ?	La gastrulation. Le disque bilaminaire devient un disque à trois feuillets.
Quelle structure apparaît vers J15 à l'extrémité caudale de l'épiblaste ?	La ligne primitive. C'est un épaississement qui marque l'axe cranio-caudal du disque.
Comment s'appelle l'extrémité crâniale de la ligne primitive ?	Le nœud primitif, ou nœud de Hensen. C'est à partir de lui que des cellules de l'épiblaste s'invaginent selon l'axe médian.
D'où viennent les cellules des trois feuillets embryonnaires ?	De l'épiblaste : ses cellules migrent à travers la ligne primitive. L'hypoblaste ne forme pas de feuillet définitif.

QUESTION	RÉPONSE
Que deviennent les premières cellules épiblastiques qui s'invaginent ?	L'endoblaste définitif, qui remplace l'hypoblaste. L'hypoblaste est refoulé hors du disque.
Quel feuillet s'insinue entre l'épiblaste et l'endoblaste ?	Le mésoblaste intra-embryonnaire. L'épiblaste qui reste en surface devient l'ectoblaste.
Quels sont les trois feuillets du disque embryonnaire ?	Ectoblaste (dorsal), mésoblaste (intermédiaire) et endoblaste (ventral). Ils sont tous issus de l'épiblaste.
Où l'ectoblaste et l'endoblaste restent-ils accolés, sans mésoblaste ?	Aux membranes pharyngienne (crâniale) et cloacale (caudale). Ce sont de futurs orifices du tube digestif.
Que forme le mésoblaste qui migre vers l'avant à partir du nœud primitif, vers J16-J17 ?	Le prolongement notochordal. Il se creuse d'un canal chordal.
Que devient le prolongement notochordal ?	La chorde dorsale, axe médian du disque embryonnaire. Ses vestiges forment le nucléus pulposus des disques intervertébraux.
Comment s'appelle l'épaississement d'ectoblaste induit par la chorde vers J18 ?	La plaque neurale. Elle s'enfonce ensuite en gouttière neurale.
Qu'est-ce qui borde la gouttière neurale ?	Les bourrelets (plis) neuraux. Ils se rapprochent et fusionnent pour fermer le tube neural.
Qu'est-ce que la neurulation ?	La formation du tube neural à partir de la plaque neurale. Elle commence en 3e semaine et s'achève en 4e.
Quelles sont les trois parties du mésoblaste intra-embryonnaire de part et d'autre de la chorde ?	Para-axial (au contact de la chorde), intermédiaire et latéral. Le para-axial se segmente en somites, l'intermédiaire donne l'appareil urinaire.
Quand apparaissent les premiers somites ?	Vers J20, dans la région crâniale. Ils se forment ensuite d'avant en arrière, à raison de 3 à 4 paires par jour.

QUESTION	RÉPONSE
Que donnent les somites ?	Le squelette axial, les muscles squelettiques et le derme du dos. Ils dérivent du mésoblaste para-axial.
Comment s'appelle la cavité qui apparaît dans le mésoblaste latéral ?	Le cœlome intra-embryonnaire. Il sépare la somatopleure de la splanchnopleure.
Où se met en place l'ébauche du cœur en 3e semaine ?	Dans l'aire cardiogène, à l'extrémité crâniale du disque. Deux tubes cardiaques s'y forment, puis fusionnent en un tube unique.
Où apparaissent les premiers îlots sanguins, vers J17 ?	Dans le mésoblaste de la paroi de la vésicule vitelline et du chorion. Ils donnent les premiers vaisseaux et les premières cellules sanguines.
Que contient l'axe d'une villosité secondaire ?	Du mésoblaste extra-embryonnaire, qui a envahi la villosité primaire. Quand des vaisseaux s'y forment, elle devient villosité tertiaire.
Quel diverticule part de la vésicule vitelline dans le pédicule embryonnaire, vers J16 ?	L'allantoïde. Elle reste rudimentaire chez l'être humain.
Quel mouvement transforme le disque plat en embryon cylindrique en 4e semaine ?	La plicature (délimitation) de l'embryon. Elle se fait dans deux plans : transversal et longitudinal.
Quel effet a la plicature sur la vésicule vitelline ?	Une partie est incorporée à l'embryon et forme l'intestin primitif. Le reste se rétrécit en canal vitellin.
Quelles sont les trois parties de l'intestin primitif ?	Antérieur, moyen et postérieur. L'intestin antérieur est fermé en haut par la membrane pharyngienne.
Qu'arrive-t-il à l'amnios lors de la plicature ?	Il entoure l'embryon, qui flotte dans le liquide amniotique. Le canal vitellin et le pédicule se rassemblent dans le cordon ombilical.

QUESTION	RÉPONSE
Où se retrouve le tube cardiaque après la plicature crâniale ?	Dans la future région thoracique, en avant de l'intestin antérieur. Il était auparavant crânial par rapport à la membrane pharyngienne.
Quand apparaissent les premiers battements cardiaques ?	Vers J22-J23. Le cœur est alors un tube unique.
Où commence la fermeture du tube neural ?	Dans sa partie moyenne. Elle progresse ensuite vers les deux extrémités.
Quand se ferme le neuropore antérieur ?	Vers J25-J26. C'est l'ouverture crâniale du tube neural.
Quand se ferme le neuropore postérieur ?	Vers J28. Il se ferme 2 à 3 jours après le neuropore antérieur.
D'où viennent les cellules des crêtes neurales ?	Du bord des bourrelets neuraux. Elles migrent dans l'embryon quand les bourrelets fusionnent.
Quel autre nom porte le premier arc pharyngé ?	L'arc mandibulaire. Il apparaît vers J24 avec le 2e arc, avant les 3e et 4e arcs (J26).
Quelles ébauches sensorielles apparaissent dans l'ectoblaste de la tête en 4e semaine ?	Les placodes auditives, olfactives et optiques (cristalliniennes). Ce sont des épaississements de l'ectoblaste à destinée sensorielle.
Quand apparaissent les bourgeons des membres supérieurs ?	Vers J24. Les bourgeons des membres inférieurs suivent vers J28.
Entre quels jours la plupart des organes se constituent-ils ?	Entre J21 et J57 environ. L'embryon est alors le plus sensible aux tératogènes.
Un embryon montre une ligne primitive et un nœud de Hensen : à quelle semaine est-il ?	À la 3e semaine, pendant la gastrulation. La ligne primitive apparaît vers J15.

QUESTION	RÉPONSE
Un embryon a un disque bilaminaire, une cavité amniotique et un syncytiotrophoblaste sans lacunes : à quel jour est-il ?	Vers J8, en 2e semaine. Les lacunes n'apparaissent que vers J9.
Un embryon à 8 cellules est-il déjà implanté ?	Non : il est à J3 et n'a pas atteint le stade blastocyste. L'implantation débute vers J6-J7.
Un blastocyste est entouré de sa zone pellucide : a-t-il commencé à s'implanter ?	Non. L'éclosion, qui libère le blastocyste, précède l'implantation.
Classe dans l'ordre : fermeture du neuropore antérieur, ligne primitive, premiers somites.	Ligne primitive (J15), premiers somites (J20), fermeture du neuropore antérieur (J25-J26). La ligne primitive ouvre la gastrulation, les somites viennent du mésoblaste para-axial.

11. Classification des enzymes et bases d'enzymologie

77 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Qu'est-ce qu'une enzyme ?	Un catalyseur protéique : il accélère la réaction en abaissant l'énergie d'activation. Il n'est pas consommé et ne modifie pas la constante d'équilibre.
Comment s'appelle la zone de l'enzyme où se fixe le substrat ?	Le site actif. Le complexe enzyme-substrat s'y forme par des liaisons faibles, ce qui stabilise l'état de transition.
Sur quoi repose la classification EC des enzymes ?	Sur la réaction catalysée, pas sur la séquence ni la structure de l'enzyme. Elle est établie par l'Enzyme Commission de l'IUBMB.
Combien de nombres compte un numéro EC ?	Quatre, séparés par des points. Le premier donne la classe : l'hexokinase est EC 2.7.1.1, donc dans la classe 2.
Combien y a-t-il de classes EC aujourd'hui ?	Sept (EC 1 à EC 7). Les cours de PASS détaillent surtout les six premières.
Quelle classe EC catalyse les réactions où un substrat cède des électrons (ou des atomes d'hydrogène) à un autre ?	Les oxydoréductases (EC 1). Déshydrogénases, oxydases, réductases, catalases, peroxydases.
Quelle classe EC fait passer un groupement fonctionnel (méthyle, acyle, amine, phosphate) d'une molécule à une autre ?	Les transférases (EC 2). Kinases, transaminases, méthyltransférases, acyltransférases.
Quelle classe EC coupe une liaison par addition d'eau ?	Les hydrolases (EC 3). Peptidases, lipases, glycosidases, phosphatases, estérases.
Quelle classe EC retire un groupement en laissant une double liaison, ou en fixe un sur une double liaison ?	Les lyases (EC 4). Décarboxylases, aldolases, hydratases, déshydratases.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle classe EC réarrange les atomes d'une molécule sans changer sa formule brute ?	Les isomérases (EC 5). Racémases, épimérases, isomérases.
Quelle classe EC forme une liaison (C-O, C-S, C-N ou C-C) en couplant la réaction à la coupure de l'ATP ?	Les ligases (EC 6). Synthétases, carboxylases.
Quelle classe EC catalyse le passage d'ions ou de molécules à travers une membrane ?	Les translocases (EC 7). C'est la classe la plus récente de la nomenclature.
Une enzyme porte le numéro EC 3.1.1.3. De quelle classe est-elle ?	Une hydrolase, car le premier nombre du numéro EC donne la classe. Il s'agit d'une lipase, qui hydrolyse les triglycérides.
Une enzyme fait passer le phosphate de l'ATP sur le glucose. Quelle classe ?	Une transférase (EC 2). C'est le cas de l'hexokinase : un groupe passe de l'ATP au glucose.
La lactate déshydrogénase transforme le pyruvate en lactate, et le NADH en NAD+. Quelle classe ?	Une oxydoréductase (EC 1.1.1.27). Des électrons passent du NADH au pyruvate.
Une enzyme retire le CO2 d'un acide sans eau ni oxydation. Quelle classe ?	Une lyase (EC 4). C'est une décarboxylase : le groupe part sans intervention de l'eau.
Une enzyme de la glycolyse transforme le glucose-6-phosphate en fructose-6-phosphate. Quelle classe ?	Une isomérase (EC 5), la phosphoglucose isomérase. La formule brute ne change pas, seule la position du groupe carbonyle change : aldose en cétose.
La pyruvate carboxylase forme l'oxaloacétate à partir du pyruvate, du CO2 et de l'ATP. Quelle classe ?	Une ligase (EC 6). Une liaison C-C se forme, payée par l'hydrolyse de l'ATP ; la biotine est son coenzyme.
Une transaminase déplace un groupement amine d'un acide aminé vers un cétoacide. Quelle classe ?	Une transférase (EC 2). Son coenzyme est le phosphate de pyridoxal, dérivé de la vitamine B6.

QUESTION	RÉPONSE
Une phosphatase retire un phosphate d'un substrat en consommant une molécule d'eau. Quelle classe ?	Une hydrolase (EC 3). À ne pas confondre avec une kinase, qui est une transférase et prend le phosphate à l'ATP.
L'aldolase coupe le fructose-1,6-bisphosphate en deux trioses phosphates sans eau ni oxydation. Quelle classe ?	Une lyase (EC 4). Une liaison C-C est coupée ; l'eau n'intervient pas, contrairement à une hydrolase.
Une catalase décompose 2 H2O2 en 2 H2O + O2. Quelle classe ?	Une oxydoréductase (EC 1). Le peroxyde d'hydrogène est à la fois oxydé et réduit.
Quelle est la classe d'une racémase ou d'une épimérase ?	Une isomérase (EC 5). Elles inversent la configuration d'un seul carbone asymétrique.
Qu'appelle-t-on vitesse initiale v0 ?	La vitesse mesurée au début de la réaction, quand le substrat n'a presque pas varié. On la lit comme la tangente à l'origine de la courbe [P] = f(t).
Quelle est l'équation de Michaelis-Menten ?	v0 = Vmax × [S] / (Km + [S]). La courbe v0 = f([S]) est une hyperbole qui tend vers Vmax.
Quelle hypothèse de Michaelis-Menten permet de confondre le substrat libre avec le substrat initial ?	La concentration d'enzyme est très inférieure à celle du substrat. Peu de substrat est donc engagé dans le complexe ES.
Comment définit-on le Km ?	La concentration en substrat pour laquelle v0 = Vmax / 2 (demi-saturation). C'est une concentration, en mol/L.
Qu'indique un Km élevé ?	Une affinité faible de l'enzyme pour son substrat. Il faut beaucoup de substrat pour atteindre la moitié de la vitesse maximale.
Comment définit-on la Vmax ?	La vitesse initiale obtenue quand l'enzyme est saturée par le substrat. Vmax = kcat × [E]total.

QUESTION	RÉPONSE
Que représente la constante kcat ?	Le nombre de cycles catalytiques par site actif et par unité de temps, enzyme saturée (turnover). Elle s'exprime en s-1.
Comment calcule-t-on l'efficacité catalytique d'une enzyme ?	Par le rapport kcat / Km. Plus il est grand, plus l'enzyme est efficace sur ce substrat.
Si on double la quantité d'enzyme, que deviennent la Vmax et le Km ?	La Vmax double, le Km ne change pas. Vmax dépend de [E]total, alors que le Km est une propriété du couple enzyme-substrat.
Quelle fraction de la Vmax atteint-on pour [S] = 10 × Km ?	Environ 91 %. v0 = Vmax × 10 / 11 ; en pratique [S] > 10 Km revient à travailler près de Vmax.
Comment varie v0 avec [S] quand [S] est très inférieure au Km ?	Proportionnellement à [S] (cinétique d'ordre 1) : v0 ≈ (Vmax / Km) × [S]. C'est la zone utilisée pour doser un substrat avec une enzyme.
Deux enzymes agissent sur le même substrat : A a un Km de 0,2 mM, B un Km de 5 mM. Laquelle a la meilleure affinité ?	L'enzyme A. Son Km est 25 fois plus faible : elle atteint la demi-saturation avec beaucoup moins de substrat.
Avec Vmax = 100 µmol/L/min et Km = 2 mM, quelle est v0 pour [S] = 6 mM ?	75 µmol/L/min. v0 = 100 × 6 / (2 + 6) = 75.
À [S] = 5 mM, on mesure v0 = 40 µmol/L/min, la Vmax étant de 80 µmol/L/min. Que vaut le Km ?	5 mM. v0 vaut la moitié de la Vmax : on est à [S] = Km.
Quelles grandeurs porte-t-on sur les axes d'une représentation de Lineweaver-Burk ?	1/v0 en ordonnée et 1/[S] en abscisse. L'équation de Michaelis-Menten devient une droite.
Que donne l'intersection de la droite de Lineweaver-Burk avec l'axe des ordonnées ?	1/Vmax. La pente de la droite vaut Km / Vmax.
Que donne l'intersection de la droite de Lineweaver-Burk avec l'axe des abscisses ?	-1/Km. On lit le Km sans atteindre la saturation de l'enzyme.

QUESTION	RÉPONSE
Une droite de Lineweaver-Burk coupe l'axe des ordonnées à 0,02 min·L/µmol. Que vaut la Vmax ?	50 µmol/L/min. L'ordonnée à l'origine vaut 1/Vmax, donc Vmax = 1 / 0,02.
Une droite de Lineweaver-Burk coupe l'axe des abscisses à -0,5 mM-1. Que vaut le Km ?	2 mM. L'abscisse à l'origine vaut -1/Km, donc Km = 1 / 0,5.
Que mesure la constante Ki ?	La constante de dissociation de l'inhibiteur. Plus Ki est faible, plus l'inhibiteur se fixe fort. Le terme (1 + [I]/Ki) revient dans toutes les formules d'inhibition.
Comment agit un inhibiteur compétitif ?	Il se fixe sur le même site que le substrat : la fixation de l'un exclut l'autre. C'est souvent un analogue structural du substrat.
Quel est l'effet d'un inhibiteur compétitif sur le Km et la Vmax ?	Le Km apparent augmente (Km × (1 + [I]/Ki)), la Vmax est inchangée. L'enzyme semble avoir moins d'affinité pour son substrat.
Comment lever une inhibition compétitive ?	En augmentant la concentration en substrat. Le substrat supplante l'inhibiteur : le pourcentage d'inhibition diminue quand [S] augmente.
Où se placent les droites de Lineweaver-Burk en inhibition compétitive ?	Elles se coupent en un point de l'axe des ordonnées. Toutes ont la même ordonnée à l'origine 1/Vmax, mais une pente plus forte avec l'inhibiteur.
Comment agit un inhibiteur non compétitif ?	Il se fixe sur un site indépendant de celui du substrat et rend le complexe ESI non productif. Le pourcentage d'inhibition ne dépend pas de [S].
Quel est l'effet d'un inhibiteur non compétitif sur le Km et la Vmax ?	Le Km apparent est inchangé, la Vmax apparente diminue (Vmax / (1 + [I]/Ki)). Augmenter [S] ne rétablit pas la vitesse.
Où se placent les droites de Lineweaver-Burk en inhibition non compétitive ?	Elles se coupent en un point de l'axe des abscisses (-1/Km). Le Km est le même, la Vmax est plus basse.

QUESTION	RÉPONSE
Comment agit un inhibiteur incompétitif ?	Il se fixe uniquement sur le complexe enzyme-substrat ES. Le pourcentage d'inhibition augmente avec [S].
Quel est l'effet d'un inhibiteur incompétitif sur le Km et la Vmax ?	Le Km apparent et la Vmax apparente diminuent, tous deux divisés par (1 + [I]/Ki). Le rapport Km / Vmax ne change pas.
À quoi ressemblent les droites de Lineweaver-Burk en inhibition incompétitive ?	À des droites parallèles. La pente Km / Vmax est conservée, l'ordonnée à l'origine augmente.
Un inhibiteur compétitif est présent à [I] = Ki. Le Km vaut 2 mM sans inhibiteur. Que vaut le Km apparent ?	4 mM. Km apparent = 2 × (1 + 1).
Un inhibiteur non compétitif est présent à [I] = 3 Ki. La Vmax vaut 100 µmol/L/min sans inhibiteur. Que vaut la Vmax apparente ?	25 µmol/L/min. Vmax apparente = 100 / (1 + 3).
Comment agit un inhibiteur irréversible ?	Il se lie de façon covalente à l'enzyme et l'inactive durablement. Ex. : l'aspirine est un inhibiteur irréversible des cyclooxygénases (COX).
Qu'appelle-t-on rétro-inhibition d'une voie métabolique ?	L'inhibition d'une enzyme en amont de la voie par un produit en aval. La voie se freine quand son produit s'accumule.
Quelle forme a la courbe v0 = f([S]) d'une enzyme allostérique ?	En général une sigmoïde, car la fixation du substrat est coopérative. L'enzyme est dite non michaélienne : l'hyperbole de Michaelis-Menten ne s'applique pas.
Qu'est-ce qu'un coenzyme ?	Une molécule non protéique indispensable à la catalyse, régénérée à la fin de la réaction, parfois par une autre réaction. Beaucoup dérivent de vitamines.

QUESTION	RÉPONSE
Qu'appelle-t-on apoenzyme ?	La partie protéique d'une enzyme, seule et donc inactive. Elle devient fonctionnelle une fois associée à son coenzyme.
Qu'est-ce qu'une holoenzyme ?	L'enzyme fonctionnelle complète : apoenzyme + coenzyme. Ex. : pyruvate carboxylase + biotine.
Quel nom donne-t-on à un coenzyme lié à l'enzyme par une liaison covalente ?	Un groupement prosthétique. Les autres coenzymes se fixent par des liaisons faibles.
Pourquoi le NAD+ est-il appelé co-substrat ?	Il se détache de l'enzyme à chaque réaction et il est régénéré par d'autres enzymes. Il agit en quantité comparable à celle du substrat, comme un second substrat.
Quel coenzyme dérive de la vitamine B1 (thiamine) ?	Le pyrophosphate de thiamine. Il sert à la pyruvate déshydrogénase et à l'α-cétoglutarate déshydrogénase.
Quel coenzyme dérivé de la vitamine B2 (riboflavine) intervient dans la pyruvate déshydrogénase ?	Le FAD. Contrairement au NAD+, il reste le plus souvent fortement lié à son enzyme ; il passe à l'état FADH2 pendant la réaction.
Quel coenzyme dérive de la vitamine B3 (niacine) ?	Le NAD(P). Co-substrat des déshydrogénases, comme les α-cétoacide déshydrogénases.
Quel coenzyme dérive de la vitamine B5 (pantothénate) ?	Le coenzyme A. Il est utilisé par la pyruvate déshydrogénase.
Quel coenzyme dérive de la vitamine B6 (pyridoxine) ?	Le phosphate de pyridoxal. Coenzyme des transaminases.
De quel type d'enzymes la biotine (vitamine B8) est-elle le coenzyme ?	Des carboxylases. Elle est liée à une lysine de l'enzyme, comme dans la pyruvate carboxylase.
Quel coenzyme dérive de la vitamine B9 (acide folique) ?	Le tétrahydrofolate (THF) et ses formes substituées. Le CH3-THF sert à la méthionine synthase.

QUESTION	RÉPONSE
Quels coenzymes dérivent de la vitamine B12 (cobalamine) ?	La méthylcobalamine et l'adénosylcobalamine. L'adénosylcobalamine sert à la méthylmalonyl-CoA mutase.
Quel ion métallique est cofacteur de l'anhydrase carbonique et de l'alcool déshydrogénase ?	Le zinc (Zn2+). Il est indispensable à l'activité de ces deux enzymes.
Quel ion métallique est nécessaire aux phosphotransférases (kinases) ?	Le magnésium (Mg2+). Il accompagne l'ATP dans le transfert de phosphate.
Quel métal est présent dans les cytochromes, les catalases et les peroxydases ?	Le fer (Fe2+ / Fe3+). Il change d'état d'oxydation, ce qui convient à des oxydoréductases.
Quel oligo-élément est nécessaire à la glutathion peroxydase ?	Le sélénium. C'est une oxydoréductase qui détruit les peroxydes.
Comment définit-on l'unité d'activité enzymatique U ?	La quantité d'enzyme qui transforme 1 µmol de substrat par minute, en conditions conventionnelles. Doser une enzyme revient à mesurer cette activité.
Comment définit-on le katal (kat) ?	La quantité d'enzyme qui transforme 1 mole de substrat par seconde, en conditions conventionnelles. C'est l'unité du Système international, bien plus grande que l'unité U.

12. Gamétogenèse : spermatogenèse et ovogenèse

43 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Qu'est-ce que la gamétogenèse ?	L'ensemble des étapes qui produisent les gamètes haploïdes (spermatozoïdes et ovocytes) à partir des cellules germinales diploïdes. Elle associe des mitoses, la méiose et une différenciation.
Quelle est la différence entre une cellule germinale et une cellule somatique ?	La cellule germinale appartient à la lignée qui peut donner des gamètes, la cellule somatique forme le reste du corps et ne se transmet pas à la descendance. Seules les cellules germinales font la méiose.
Dans quelle structure du testicule a lieu la spermatogenèse ?	Dans les tubes séminifères. Les cellules de Leydig sont à l'extérieur des tubes, dans le tissu interstitiel.
À partir de quel moment la spermatogenèse commence-t-elle ?	À la puberté. Elle se poursuit ensuite en continu jusqu'à un âge avancé.
Dans quel ordre se succèdent les cellules de la lignée masculine, de la plus jeune au gamète ?	Spermatogonie, spermatocyte I, spermatocyte II, spermatide, spermatozoïde. Seule la spermatogonie se multiplie par mitoses.
Quelles sont les étapes de la spermatogenèse, de la spermatogonie au spermatozoïde ?	La multiplication (mitoses), la méiose, puis la spermiogenèse (différenciation). La multiplication produit les spermatogonies, la spermiogenèse les spermatozoïdes.
Comment se divise une spermatogonie ?	Par mitose, ce qui renouvelle le stock de cellules souches et fournit les cellules qui entreront en méiose. Elle est diploïde (2n = 46) et repose sur la lame basale du tube séminifère.
Comment s'appelle la cellule qui entre en méiose I chez l'homme ?	Le spermatocyte I. Il est diploïde et a répliqué son ADN avant la division.
Quelle division sépare le spermatocyte I en deux spermatocytes II ?	La méiose I, dite réductionnelle. Les chromosomes homologues se séparent.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle division transforme les spermatocytes II en spermatides ?	La méiose II, dite équationnelle. Les chromatides de chaque chromosome se séparent, comme dans une mitose.
Que devient un spermatocyte I au terme de la méiose ?	Quatre spermatides haploïdes. Chaque spermatide donnera un spermatozoïde.
Que se passe-t-il pendant la spermiogenèse ?	Une spermatide ronde se transforme en spermatozoïde sans se diviser : le noyau se condense, l'acrosome et le flagelle se forment, le cytoplasme est éliminé. Elle ne change pas le nombre de chromosomes.
Quelles sont les trois parties principales d'un spermatozoïde ?	La tête (noyau et acrosome), la pièce intermédiaire (mitochondries) et le flagelle. Les mitochondries fournissent l'énergie du mouvement.
Combien de temps dure un cycle de production, des spermatogonies aux spermatozoïdes ?	Environ 64 jours, soit un peu plus de deux mois. Il faut y ajouter environ 12 jours de passage dans l'épididyme.
Que font les cellules de Sertoli ?	Elles soutiennent et nourrissent les cellules germinales et sécrètent des molécules qui favorisent la spermatogenèse. Elles sont stimulées par la FSH.
Qu'est-ce que la barrière hémato-testiculaire ?	Un ensemble de jonctions serrées entre cellules de Sertoli qui empêche les substances du sang d'atteindre les cellules germinales en cours de méiose. Elle protège aussi ces cellules du système immunitaire.
Quelle cellule du testicule produit la testostérone ?	La cellule de Leydig, dans le tissu interstitiel entre les tubes séminifères. Elle est stimulée par la LH.
Quelle hormone hypophysaire agit sur les cellules de Sertoli ?	La FSH. Elle stimule la spermatogenèse et la sécrétion d'inhibine.
Quel est le rôle de l'inhibine dans le contrôle de la spermatogenèse ?	Elle freine la sécrétion de FSH par l'hypophyse. C'est une rétroaction négative produite par les cellules de Sertoli.

QUESTION	RÉPONSE
Pourquoi les testicules sont-ils situés dans le scrotum ?	Parce que la spermatogenèse a besoin d'une température un peu inférieure à celle du reste du corps. Un testicule resté dans l'abdomen ou le canal inguinal (cryptorchidie) peut altérer la production de spermatozoïdes.
Où les spermatozoïdes acquièrent-ils leur mobilité ?	Dans l'épididyme, où ils séjournent après leur formation dans les tubes séminifères. Leur pouvoir fécondant sera complété dans les voies génitales féminines (capacitation).
Comment s'appelle la cellule souche de la lignée germinale féminine ?	L'ovogonie. Elle est diploïde et se multiplie par mitoses pendant la vie fœtale.
Dans quel ordre se succèdent les cellules de la lignée féminine, de l'ovogonie à la cellule libérée à l'ovulation ?	Ovogonie, ovocyte I, ovocyte II. Les globules polaires sont des cellules issues des divisions inégales.
Quand l'ovogenèse commence-t-elle ?	Pendant la vie fœtale, bien avant la puberté. À la naissance, les ovogonies sont déjà devenues des ovocytes I.
Quand les ovogonies cessent-elles de se multiplier ?	Avant la naissance : elles entrent en méiose et deviennent des ovocytes I, il n'y en a donc plus à la naissance. Le stock d'ovocytes ne se renouvelle plus ensuite.
À quel stade la méiose de l'ovocyte I est-elle bloquée pendant des années ?	En prophase I. Le blocage dure de la vie fœtale jusqu'à l'ovulation, parfois plus de quarante ans.
Combien d'ovocytes contiennent les ovaires à la naissance et à la puberté ?	Un à deux millions à la naissance, environ 400 000 à la puberté. Le stock diminue par atrésie et ne se renouvelle pas.
Qu'appelle-t-on atrésie folliculaire ?	La dégénérescence d'un follicule et de l'ovocyte qu'il contient. En moyenne 99 % des follicules de l'ovaire y passent et n'ovulent jamais.

QUESTION	RÉPONSE
Quels sont les stades de croissance d'un follicule ovarien, du plus jeune au plus mûr ?	Primordial, primaire, secondaire (préantral), puis antral (tertiaire, cavitaire). Seul le dernier stade présente une cavité, l'antrum.
Que contient un follicule primordial ?	Un ovocyte I bloqué en prophase I, entouré d'une seule couche de cellules folliculaires aplaties. Il reste dans cet état jusqu'à ce qu'un signal de recrutement le fasse croître.
Quelle membrane l'ovocyte I sécrète-t-il pendant la croissance du follicule ?	La zone pellucide. Elle jouera un rôle dans la fécondation.
Quelle hormone hypophysaire stimule la croissance des follicules ?	La FSH. Les follicules cavitaires (tertiaires) en ont besoin pour grossir et survivre.
Qu'est-ce qui déclenche la reprise de la méiose I de l'ovocyte ?	Le pic de LH, juste avant l'ovulation. Le pic de LH provoque aussi l'ovulation.
Que produit la méiose I d'un ovocyte I ?	Un ovocyte II volumineux et un premier globule polaire de petite taille. La division du cytoplasme est très inégale.
À quel stade l'ovocyte II est-il bloqué lors de l'ovulation ?	En métaphase II. Il reste bloqué ainsi jusqu'à la fécondation.
Quand l'ovocyte II termine-t-il sa méiose II ?	Seulement si un spermatozoïde le pénètre. Sans fécondation, il dégénère sans l'avoir terminée.
Que donne la méiose II de l'ovocyte II fécondé ?	Un second globule polaire et le pronucléus femelle, haploïde. OpenStax appelle ovule (ovum) la cellule obtenue ; le premier globule polaire se divise parfois aussi, ou dégénère.
Pourquoi la méiose féminine produit-elle des globules polaires ?	Pour que le cytoplasme et les réserves restent dans une seule cellule, le futur gamète, tandis que les chromosomes excédentaires sont rejetés dans de petites cellules. Les globules polaires dégénèrent.

QUESTION	RÉPONSE
Combien de gamètes un ovocyte I peut-il donner ?	Un seul. Les autres produits de la méiose sont un à trois globules polaires, qui dégénèrent.
À quel moment de la gamétogenèse passe-t-on de 2n chromosomes à n chromosomes ?	Lors de la méiose I, quand les chromosomes homologues se séparent. La méiose II ne change pas le nombre de chromosomes.
Quelle cellule du testicule a 23 chromosomes à 2 chromatides chacun (2C) ?	Un spermatocyte II. Sa vie est très brève : il entre vite en méiose II.
Quelle cellule a 23 chromosomes à 1 chromatide (1C), est ronde et dépourvue de flagelle, dans un tube séminifère ?	Une spermatide. Elle deviendra spermatozoïde par spermiogenèse.
Que contient le premier globule polaire : combien de chromosomes et de chromatides ?	23 chromosomes à 2 chromatides (n, 2C), comme l'ovocyte II. Il dégénère en général sans achever sa division.

13. Liste des organites cellulaires : structure et fonction

32 cartes

TERME	DÉFINITION
Noyau	Organite à double membrane (enveloppe nucléaire) qui contient la chromatine. Site de la réplication de l'ADN et de la transcription.
Enveloppe nucléaire	Deux membranes séparées par l'espace périnucléaire, percées de pores, la membrane externe étant en continuité avec le réticulum endoplasmique. Elle sépare le noyau du cytoplasme.
Pores nucléaires	Complexes protéiques qui traversent l'enveloppe nucléaire. Ils contrôlent le passage des ions, des molécules et des ARN entre le noyau et le cytoplasme.
Nucléole	Zone dense du noyau, sans membrane. Synthèse des ARN ribosomiques et assemblage des sous-unités des ribosomes.
Réticulum endoplasmique rugueux (RER)	Réseau de saccules et de citernes en continuité avec l'enveloppe nucléaire, tapissé de ribosomes sur sa face cytosolique. Synthèse des protéines sécrétées, membranaires et lysosomiales.
Réticulum endoplasmique lisse (REL)	Réseau de tubules sans ribosomes. Synthèse des lipides (phospholipides, stéroïdes), détoxification, stockage du calcium.
Appareil de Golgi	Empilement de saccules aplatis à membrane simple, polarisé en face cis (entrée) et face trans (sortie). Maturation des glycosylations, tri et adressage des protéines et des lipides.
Face cis de l'appareil de Golgi	Face d'entrée, tournée vers le réticulum endoplasmique, qui reçoit les vésicules du RE. Les vésicules de sortie partent de la face opposée, la face trans.

TERME	DÉFINITION
Lysosome	Vésicule à membrane simple, au contenu acide (pH voisin de 5), riche en hydrolases acides. Digestion intracellulaire des macromolécules et des organites usés.
Mannose-6-phosphate	Signal ajouté aux hydrolases lysosomiales dans l'appareil de Golgi. Il les fait reconnaître par des récepteurs qui les adressent aux lysosomes.
Endosome	Compartiment à membrane simple qui reçoit le matériel internalisé par endocytose et le trie. Il acidifie son contenu et le dirige vers les lysosomes ou vers la membrane.
Peroxysome	Petit organite à membrane simple contenant des oxydases et la catalase. Oxydations qui produisent H2O2, détruit par la catalase, et β-oxydation des acides gras à très longue chaîne.
Mitochondrie	Organite à double membrane, avec des crêtes sur la membrane interne et une matrice, qui possède son propre ADN. Production d'ATP par la phosphorylation oxydative.
Membrane interne de la mitochondrie	Membrane en crêtes, très peu perméable, qui porte les complexes de la chaîne respiratoire et l'ATP synthase. Elle délimite la matrice.
Matrice mitochondriale	Compartiment central entouré par la membrane interne. Cycle de Krebs, β-oxydation des acides gras (activés en acyl-CoA dans le cytoplasme), ADN mitochondrial et ribosomes.
ADN mitochondrial	Petite molécule circulaire de la matrice, transmise par la mère. Elle code 13 protéines de la phosphorylation oxydative, ainsi que des ARNt et des ARNr.

TERME	DÉFINITION
Ribosome	Particule sans membrane formée d'ARN ribosomiques et de protéines, en deux sous-unités. Traduction de l'ARN messager en protéine, dans le cytosol ou fixé au RE rugueux.
Ribosome 80S	Ribosome du cytosol et du RE des cellules eucaryotes : sous-unités 60S et 40S. Ceux des procaryotes et des mitochondries sont des 70S (50S et 30S).
Cytosol	Phase liquide du cytoplasme, hors des organites. Site de la glycolyse et de la traduction par les ribosomes libres.
Cytosquelette	Réseau de filaments protéiques sans membrane. Forme de la cellule, mouvements, transport intracellulaire et division. Il comprend trois types de filaments.
Microtubules	Tubes creux de tubuline α et β, de 25 nm de diamètre environ, polarisés (extrémités + et -). Rails du transport par les kinésines et les dynéines, fuseau mitotique.
Microfilaments d'actine	Filaments fins (7 nm environ) d'actine, polarisés. Contraction avec la myosine, déplacement de la cellule, maintien du cortex sous la membrane.
Filaments intermédiaires	Filaments de 8 à 10 nm, d'épaisseur intermédiaire entre microtubules et microfilaments, faits de protéines fibreuses comme la kératine. Résistance mécanique de la cellule.
Centrosome	Deux centrioles perpendiculaires, sans membrane. Centre organisateur des microtubules dans les cellules animales.
Centriole	Cylindre de 9 triplets de microtubules. Deux centrioles perpendiculaires forment le centrosome.

TERME	DÉFINITION
Cils et flagelles	Prolongements mobiles de la cellule, dont l'axonème est formé de 9 doublets de microtubules périphériques et de 2 microtubules centraux. Ils déplacent la cellule entière ou les substances le long de sa surface.
Dans une cellule animale, quels organites sont entourés d'une double membrane ?	Le noyau et la mitochondrie. Le peroxysome, le lysosome, le Golgi et les réticulums n'ont qu'une membrane simple.
Quels organites ne sont pas délimités par une membrane ?	Les ribosomes, le cytosquelette et les centrioles. Le nucléole est lui aussi sans membrane, au sein du noyau.
Un macrophage a englouti une bactérie par phagocytose. Quel organite apporte les enzymes qui la détruisent ?	Le lysosome. Il déverse ses hydrolases sur le pathogène englouti.
Une cellule musculaire dépense beaucoup d'énergie pour se contracter. Quel organite y est très abondant ?	La mitochondrie. Les cellules musculaires en ont une très forte concentration, pour produire leur ATP.
Un plasmocyte sécrète de grandes quantités d'anticorps. Quel réticulum est très développé dans cette cellule ?	Le réticulum endoplasmique rugueux. Ses ribosomes synthétisent les protéines destinées à la sécrétion.
Une cellule corticosurrénale fabrique des hormones stéroïdes. Quel réticulum est très développé dans cette cellule ?	Le réticulum endoplasmique lisse. Il synthétise les lipides, dont les stéroïdes.

14. Tissu conjonctif : cellules, fibres et substance fondamentale

44 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Quels sont les trois constituants d'un tissu conjonctif ?	Des cellules, des fibres et une substance fondamentale. Les fibres et la substance fondamentale forment la matrice extracellulaire.
Qu'est-ce qui distingue un tissu conjonctif d'un épithélium ?	Ses cellules sont séparées par une abondante matrice extracellulaire, alors que celles d'un épithélium sont jointives.
De quel feuillet embryonnaire dérivent les tissus conjonctifs ?	Du mésoderme (mésoblaste), par l'intermédiaire du mésenchyme. Leurs cellules souches sont les cellules mésenchymateuses.
Quels tissus spécialisés font partie des tissus conjonctifs, en plus des tissus conjonctifs proprement dits ?	Le cartilage, l'os, et le sang avec la lymphe. Ils dérivent eux aussi du mésenchyme et associent des cellules à une matrice extracellulaire.
Pourquoi appelle-t-on aussi le tissu conjonctif « tissu connectif » ?	Parce qu'il relie les organes entre eux. Il assure aussi le soutien, la nutrition des épithéliums voisins et l'emballage des structures, comme l'aponévrose d'un muscle.
Quel rôle joue le tissu conjonctif lâche pour les vaisseaux et l'épithélium qu'il touche ?	Il supporte la vascularisation et l'innervation, et apporte les nutriments à l'épithélium qui le borde. C'est aussi en son sein que se déroulent les réactions de défense.
Quelle est la cellule clé du tissu conjonctif ?	Le fibroblaste. Cellule étoilée ou fusiforme, au noyau ovale et au cytoplasme basophile, riche en réticulum endoplasmique granuleux.
Que synthétise le fibroblaste ?	Les protéoglycanes et les glycoprotéines de structure (substance fondamentale), le tropocollagène (fibres de collagène et de réticuline) et l'élastine (fibres élastiques).
Quelle différence entre un fibroblaste et un fibrocyte ?	Le fibrocyte dérive du fibroblaste : c'est une forme plus mature et moins active, aux organites moins développés. Le fibroblaste est jeune, se multiplie et synthétise activement.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle cellule souche donne les fibroblastes, les adipoblastes, les chondroblastes et les ostéoblastes ?	La cellule mésenchymateuse multipotente.
Comment reconnaît-on un adipocyte blanc ?	C'est une grande cellule uniloculaire : une seule vacuole lipidique repousse le noyau à la périphérie. Elle constitue la principale réserve d'énergie et un bon isolant.
Comment reconnaît-on un adipocyte brun ?	C'est une cellule multiloculaire, à noyau central, pleine de petites vacuoles lipidiques et de mitochondries. Il produit de la chaleur et se trouve surtout chez le fœtus et le nouveau-né.
Quelle cellule du tissu conjonctif phagocyte les débris et les agents infectieux, et dérive d'un monocyte du sang ?	Le macrophage. Le monocyte quitte le sang et se transforme en macrophage dans le tissu conjonctif.
Quelle cellule du tissu conjonctif libère de l'histamine lors d'une réaction allergique ?	Le mastocyte. Ses nombreuses granulations contiennent aussi de l'héparine.
Quelle cellule du tissu conjonctif produit les anticorps ?	Le plasmocyte, issu d'un lymphocyte B stimulé par un antigène. Il sécrète les immunoglobulines (IgG, IgA, IgM, IgE).
Que sont les cellules libres du tissu conjonctif ?	Des cellules migratrices du système immunitaire, qui circulent entre le sang, la lymphe et les tissus. Lymphocytes et plasmocytes, monocytes et macrophages, granulocytes, mastocytes.
Quelle propriété les fibres de collagène donnent-elles au tissu conjonctif ?	La résistance, en particulier à la traction. Elles forment des rubans ou des trousseaux, parallèles ou entrecroisés, qui ne s'anastomosent jamais.
Quel type de collagène est le plus abondant ?	Le collagène de type I, environ 90 % du collagène. Il est présent dans le derme, les tendons et l'os.
Quel type de collagène trouve-t-on dans le cartilage ?	Le collagène de type II. Il forme des fibres minces et se trouve aussi dans les disques intervertébraux et le corps vitré.

QUESTION	RÉPONSE
Quel type de collagène forme les fibres de réticuline ?	Le collagène de type III. On le trouve aussi dans les parois des vaisseaux.
Quel type de collagène est présent dans les lames basales ?	Le collagène de type IV. Il ne forme pas de fibres : associé à la laminine, il construit la trame de la lame basale.
Comment met-on en évidence les fibres de réticuline ?	Par imprégnation argentique : elles se colorent en noir. Très fines (0,2 à 1 µm), elles forment un grillage délicat, sans faisceaux.
Quelle protéine compose les fibres élastiques ?	L'élastine. Elles s'étirent puis reprennent leur longueur initiale, dans les poumons, les ligaments, les vaisseaux et le derme.
Quelles glycoprotéines forment les microfibrilles des fibres élastiques ?	Les fibrillines (1 et 2).
Avec quelles colorations repère-t-on les fibres élastiques ?	Avec l'orcéine (fibres en rouge) ou la fuchsine-résorcine.
Avec le trichrome de Masson, de quelle couleur apparaît le collagène ?	En vert ou en bleu, selon la variante. Le safran le colore en jaune et le rouge Sirius en rouge.
Quel est l'aspect de la substance fondamentale en microscopie optique ?	Amorphe et optiquement vide : elle ne prend pas les colorants usuels. Elle occupe les espaces entre les fibres et les cellules.
De quoi est composée la substance fondamentale ?	De protéoglycanes, de glycoprotéines de structure, d'eau et de sels minéraux. L'eau détermine sa viscosité.
Qu'est-ce qu'un glycosaminoglycane (GAG) ?	Une longue chaîne polysaccharidique faite d'unités disaccharidiques répétées, très chargée négativement et hydrophile.
Qu'est-ce qu'un protéoglycane ?	Une protéine sur laquelle se greffent des glycosaminoglycanes. Il forme la charpente de la matrice et lui donne sa consistance visqueuse.

QUESTION	RÉPONSE
Quel est le glycosaminoglycane non sulfaté et le plus répandu ?	L'acide hyaluronique. Il stocke de grandes quantités d'eau et facilite la migration des cellules.
Quelle glycoprotéine ancre les cellules à la matrice extracellulaire, avec des sites pour le collagène et les intégrines ?	La fibronectine.
Quelle glycoprotéine ancre les cellules à la lame basale ?	La laminine. Avec le collagène IV, elle constitue la trame de fond des lames basales.
Quel nom porte le tissu conjonctif muqueux du cordon ombilical ?	La gelée de Wharton. Sa substance fondamentale domine, les cellules sont rares et il n'y a presque pas de collagène. Il n'existe pas chez l'adulte.
Quel tissu conjonctif est le plus répandu et associe harmonieusement cellules, fibres et substance fondamentale ?	Le tissu conjonctif lâche (aréolaire). On le trouve sous la peau, autour des vaisseaux, sous les épithéliums et dans le chorion du tube digestif.
Quel constituant domine dans un tissu conjonctif dense ?	Les fibres de collagène. On distingue le dense non orienté (irrégulier) et le dense orienté (régulier).
Où trouve-t-on le tissu conjonctif dense irrégulier ?	Dans le derme, le périoste et les capsules des organes et des articulations. Ses faisceaux de collagène n'ont pas d'orientation précise et résistent dans toutes les directions.
Quelle variété de tissu conjonctif forme les tendons ?	Le tissu conjonctif dense régulier (orienté unitendu). De gros faisceaux de collagène parallèles, avec peu de fibrocytes aplatis entre eux. On le trouve aussi dans la plupart des ligaments.
Quelle variété de tissu conjonctif forme le ligament jaune ?	Le tissu conjonctif élastique, où dominent les fibres élastiques. On le trouve aussi dans le ligament de la nuque et les ligaments vocaux.

QUESTION	RÉPONSE
Quelle variété de tissu conjonctif forme la trame de la rate, des ganglions lymphatiques et de la moelle osseuse ?	Le tissu conjonctif réticulé, où dominent les fibres de réticuline.
Quelle variété de tissu conjonctif est à prédominance cellulaire et stocke les graisses ?	Le tissu adipeux. Ses adipocytes sont séparés par une mince matrice. On le trouve par exemple dans le mésentère et les épiploons.
Sur une coupe, une cellule ovoïde au noyau excentré, à chromatine en rayon de roue et au cytoplasme très basophile : de quelle cellule s'agit-il ?	D'un plasmocyte. La basophilie vient de son réticulum endoplasmique granuleux très développé, qui fabrique les anticorps.
Sur une coupe préparée en technique ordinaire, de grandes cellules à l'aspect vide, au noyau aplati en croissant à la périphérie : quel tissu conjonctif ?	Le tissu adipeux blanc. L'alcool et le xylène dissolvent les lipides pendant la préparation, d'où l'aspect vide.
Sur une coupe de capsule d'organe, des faisceaux épais de collagène entrecroisés sans orientation préférentielle : quelle variété de tissu conjonctif ?	Un tissu conjonctif dense non orienté (irrégulier). Les faisceaux forment un tamis à mailles serrées.

15. Tissus épithéliaux : classification et organes

34 cartes

QUESTION	RÉPONSE
Qu'est-ce qu'un tissu épithélial ?	Un tissu fait de cellules jointives, polarisées, posées sur une lame basale, avec très peu de matrice entre elles. Il recouvre une surface ou forme une glande.
Quelles sont les deux grandes catégories d'épithéliums ?	Les épithéliums de revêtement et les épithéliums glandulaires. Pendant le développement, les seconds se forment à partir des premiers.
Un épithélium est-il vascularisé ?	Non, il est avasculaire. Il est nourri par diffusion depuis le tissu conjonctif sous-jacent.
Quelle structure sépare l'épithélium du tissu conjonctif sous-jacent ?	La lame basale. L'épithélium repose sur elle, c'est par elle que passent les nutriments.
Que signifie « cellule épithéliale polarisée » ?	Ses deux pôles diffèrent : le pôle apical regarde la surface libre ou la lumière, le pôle basal repose sur la lame basale.
Quels sont les trois critères de classification d'un épithélium de revêtement ?	Le nombre de couches, la forme des cellules superficielles et les différenciations de surface. Par exemple les cils, le plateau strié ou la kératine.
Que veut dire épithélium « simple » ?	Une seule couche de cellules, toutes en contact avec la lame basale.
Que veut dire épithélium « stratifié » ?	Plusieurs couches de cellules : seules celles de la couche profonde touchent la lame basale. La forme retenue pour le nom est celle des cellules superficielles.
Qu'est-ce qu'un épithélium pseudostratifié ?	Un épithélium où toutes les cellules touchent la lame basale, mais où les noyaux sont étagés à plusieurs hauteurs, ce qui donne l'illusion de plusieurs couches.
Quelles sont les trois formes de cellules d'un épithélium de revêtement ?	Pavimenteuse (aplatie), cubique et cylindrique (prismatique).

QUESTION	RÉPONSE
Où trouve-t-on un épithélium pavimenteux simple ?	Dans les alvéoles pulmonaires, l'endothélium des vaisseaux et du cœur, et le mésothélium des séreuses. Sa finesse favorise les échanges et la diffusion.
Quelle différence entre endothélium et mésothélium ?	L'endothélium tapisse l'intérieur des vaisseaux et du cœur ; le mésothélium tapisse les séreuses (plèvre, péritoine, péricarde). Tous deux sont pavimenteux simples.
Où trouve-t-on un épithélium cubique simple ?	Dans les tubes du rein et les canaux des glandes. Ses cellules sont aussi hautes que larges.
Où trouve-t-on un épithélium cylindrique simple ?	Dans l'estomac, l'intestin grêle et le côlon, ainsi que la vésicule biliaire. Il sert à l'absorption et à la sécrétion.
Quelle spécialisation du pôle apical porte l'épithélium cylindrique simple de l'intestin grêle ?	Un plateau strié, formé de microvillosités. Il multiplie la surface d'absorption.
Où trouve-t-on un épithélium pseudostratifié cilié ?	Dans la trachée et les bronches (voies respiratoires). Ses cils déplacent le mucus vers le pharynx.
Quelle différenciation porte le pôle apical des cellules de l'épididyme et du canal déférent ?	Des stéréocils. Ce sont de longues microvillosités immobiles, qui ne sont pas des cils.
Quel rôle jouent les cellules caliciformes ?	Ce sont des cellules glandulaires isolées dans un revêtement, qui sécrètent le mucus. On en trouve dans l'épithélium respiratoire et dans celui de l'intestin.
Où trouve-t-on un épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé ?	Dans la cavité buccale, l'œsophage et le vagin. Il résiste aux frottements sur une muqueuse humide.
Où trouve-t-on un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé ?	Dans l'épiderme, c'est-à-dire la peau. Ses cellules superficielles sont mortes, anucléées et pleines de kératine.

QUESTION	RÉPONSE
Comment appelle-t-on aussi l'épithélium pavimenteux stratifié ?	Épithélium malpighien.
Où trouve-t-on un épithélium cubique stratifié ?	Dans les canaux des glandes sudoripares, salivaires et mammaires. Il est rare.
Où trouve-t-on un épithélium cylindrique stratifié ?	Dans l'urètre, chez l'homme comme chez la femme, et dans les canaux de certaines glandes. Il est rare, comme le cubique stratifié.
Quel épithélium tapisse les voies urinaires ?	L'urothélium (épithélium polymorphe ou de transition), du bassinet à la vessie. Ses cellules superficielles s'étalent quand la vessie se remplit.
Quelle différence entre une glande exocrine et une glande endocrine ?	L'exocrine déverse son produit par un canal sur une surface ou dans une cavité ; l'endocrine le libère dans le sang, sans canal.
Quelle jonction rend un épithélium étanche en scellant l'espace entre deux cellules ?	La jonction serrée (zonula occludens), située près du pôle apical.
Quelle jonction relie deux cellules épithéliales par un ancrage mécanique, avec des filaments intermédiaires ?	Le desmosome. Il assure la résistance aux tractions, en particulier dans l'épiderme.
Quelle jonction laisse passer ions et petites molécules d'une cellule à l'autre ?	La jonction communicante (gap junction), formée de connexons.
Quel épithélium voit-on sur une coupe : une couche de cellules très aplaties, noyau bombant, au contact d'un capillaire ?	Un épithélium pavimenteux simple. Par exemple une paroi d'alvéole pulmonaire ou un endothélium.
Quel épithélium et quel organe : une couche de hautes cellules à plateau strié et des cellules caliciformes ?	Un épithélium cylindrique (prismatique) simple : l'intestin grêle. Les cellules hautes sont des entérocytes, qui absorbent les nutriments.
Quel épithélium : noyaux étagés, toutes les cellules sur la lame basale, cils et cellules caliciformes ?	Un épithélium pseudostratifié cilié : l'épithélium respiratoire. Les cils et le mucus piègent et évacuent les poussières.

QUESTION	RÉPONSE
Quel épithélium reconnaît-on sur une coupe d'œsophage : plusieurs couches, cellules superficielles aplaties et nucléées, sans couche cornée ?	Un épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé. L'absence de couche cornée distingue la muqueuse de la peau.
Quel épithélium reconnaît-on sur une coupe de peau : plusieurs couches, la plus superficielle faite de cellules aplaties sans noyau ?	Un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé : l'épiderme.
Quel épithélium reconnaît-on sur une coupe de vessie : plusieurs couches, cellules superficielles volumineuses en « parapluie » ?	L'urothélium. Ses cellules superficielles s'adaptent au remplissage.

16. Vocabulaire de la génétique : termes et modes de transmission

59 cartes

TERME	DÉFINITION
Gène	Unité de base de l'hérédité, transmise des parents aux enfants, portée par un chromosome du noyau ou par l'ADN mitochondrial (37 gènes). Chaque gène occupe un emplacement précis, son locus.
Locus	Emplacement précis d'un gène ou d'une autre séquence d'ADN sur un chromosome. Au même locus, chacun des deux chromosomes homologues porte un allèle.
Allèle	Variante d'un gène, située au même locus sur les chromosomes homologues. Un individu diploïde porte deux allèles de chaque gène autosomique.
Autosome	Chromosome non sexuel. L'espèce humaine en possède 22 paires.
Gonosome	Chromosome sexuel, X ou Y. La femme a deux X, l'homme un X et un Y.
Génotype	Ensemble des allèles portés par un individu, qu'ils soient exprimés ou non. On le note avec des lettres, par exemple Aa.
Phénotype	Ensemble des caractères observables d'un individu. Il découle du génotype, mais deux génotypes différents peuvent donner le même phénotype.
Homozygote	Individu qui porte deux allèles identiques pour un gène. Par exemple AA ou aa.
Hétérozygote	Individu qui porte deux allèles différents pour un gène. Par exemple Aa.

TERME	DÉFINITION
Hémizygote	Individu qui ne possède qu'un seul exemplaire d'un gène. C'est le cas de l'homme pour les gènes portés par l'X.
Allèle dominant	Allèle qui s'exprime chez l'hétérozygote et masque l'autre allèle. Il détermine le phénotype dès qu'il est présent en un exemplaire.
Allèle récessif	Allèle masqué chez l'hétérozygote par l'allèle dominant. Il ne s'exprime qu'à l'état homozygote, ou chez l'homme pour un gène de l'X (hémizygote).
Codominance	Les deux allèles d'un gène sont exprimés en même temps chez l'hétérozygote. Exemple : le groupe sanguin AB du système ABO.
Dominance incomplète	L'hétérozygote présente un phénotype intermédiaire entre ceux des deux homozygotes. Aucun des deux allèles ne masque l'autre.
Allélisme multiple	Plus de deux allèles différents existent pour un gène dans une population. Chaque individu n'en porte pourtant que deux.
Porteur sain	Hétérozygote pour un allèle récessif responsable d'une maladie, sans en présenter les signes. Il peut transmettre l'allèle à ses enfants.
Type sauvage	Phénotype ou génotype le plus courant dans une population naturelle, pris comme norme. Il est souvent noté +.
Croisement test	Croisement d'un individu au phénotype dominant avec un homozygote récessif. Il révèle si cet individu est homozygote ou hétérozygote.

TERME	DÉFINITION
Lignée pure	Lignée dont les individus, croisés entre eux, donnent toujours des descendants semblables aux parents pour le caractère étudié. Ses individus sont homozygotes pour ce caractère.
Monohybridisme	Croisement entre deux parents de lignée pure qui diffèrent par un seul caractère. Les descendants sont des monohybrides.
Dihybridisme	Croisement entre deux parents de lignée pure qui diffèrent par deux caractères. Il sert à étudier la transmission de deux gènes à la fois.
Échiquier de Punnett	Tableau qui applique les règles de probabilité pour prévoir les issues d'un croisement et leurs fréquences. Il doit son nom au généticien britannique Reginald Punnett.
Loi de ségrégation des allèles (disjonction des allèles)	Les deux allèles d'un gène se séparent à parts égales dans les gamètes. Chaque descendant a autant de chances de recevoir l'un ou l'autre allèle de chaque parent.
Loi d'assortiment indépendant (ségrégation indépendante des caractères)	Les allèles de gènes différents se répartissent dans les gamètes indépendamment les uns des autres. Vrai pour des gènes portés par des chromosomes différents, pas pour des gènes liés.
Gènes liés (liaison génétique)	Gènes proches l'un de l'autre sur un même chromosome, qui ont tendance à être transmis ensemble. Ils ne suivent pas la loi d'assortiment indépendant.
Épistasie	Interaction entre gènes dans laquelle l'un masque ou perturbe l'expression d'un autre. À distinguer de la dominance, qui oppose deux allèles d'un même gène.
Caractère polygénique	Caractère influencé par plusieurs gènes qui agissent ensemble. La taille humaine en est un exemple de variation continue.

TERME	DÉFINITION
Arbre généalogique (pedigree)	Schéma des liens entre les membres d'une famille, sur plusieurs générations, qui indique qui présente un caractère ou une maladie. On s'en sert pour déduire le mode de transmission d'une maladie.
Propositus (proband)	Personne atteinte d'une maladie génétique, ou inquiète d'y être exposée, par qui la famille arrive en consultation. C'est souvent le premier membre de la famille à consulter.
Transmission autosomique dominante	Une seule copie altérée du gène suffit pour être atteint. Un parent atteint la transmet souvent, mais la variante peut aussi être nouvelle. Exemples : maladie de Huntington, syndrome de Marfan.
Transmission autosomique récessive	Les deux copies du gène sont altérées chez la personne atteinte, et chaque parent en porte une seule, sans signe de la maladie. La maladie n'apparaît pas à chaque génération. Exemples : mucoviscidose, drépanocytose.
Transmission récessive liée à l'X	Un homme est atteint avec une seule copie altérée, une femme seulement avec deux. Les hommes sont donc bien plus souvent atteints. Exemple : hémophilie.
Transmission dominante liée à l'X	Une copie altérée suffit à rendre atteints un homme comme une femme. Exemple : rachitisme hypophosphatémique lié à l'X (gène PHEX).
Absence de transmission d'homme à homme	Caractéristique de l'hérédité liée à l'X : un père ne peut pas transmettre un caractère lié à l'X à son fils. Le fils reçoit de son père le chromosome Y, pas l'X.
Transmission liée à l'Y	Le gène en cause est porté par le chromosome Y. La variante passe uniquement de père en fils.

TERME	DÉFINITION
Transmission mitochondriale (maternelle)	Le gène est porté par l'ADN mitochondrial, transmis par la mère seulement. Elle peut toucher fils et filles et apparaître à chaque génération, mais un père atteint ne la transmet pas. Exemple : neuropathie optique de Leber.
Pénétrance	Proportion des personnes porteuses d'une variante qui présentent les signes de la maladie. Elle est dite incomplète (réduite) quand certains porteurs n'ont aucun signe.
Expressivité variable	Étendue des signes que peuvent présenter différentes personnes ayant la même maladie génétique. La pénétrance dit si les signes apparaissent, l'expressivité dans quelle mesure.
Variante de novo	Nouvelle variante, reconnue chez l'enfant mais absente chez ses deux parents. Elle explique une maladie génétique sans antécédent familial.
Mosaïcisme	Présence, chez un même individu, de cellules de constitution génétique différente. Il vient d'une variante apparue au cours du développement ou plus tard dans la vie.
Empreinte génomique	Seule la copie d'origine maternelle ou paternelle d'un gène est exprimée, l'autre est réduite au silence. Certains gènes ne sont actifs que s'ils viennent du spermatozoïde, d'autres que s'ils viennent de l'ovule.
Anticipation	Maladie qui devient plus sévère et apparaît plus tôt d'une génération à la suivante. Elle accompagne typiquement les expansions de répétitions de trinucléotides.
Un croisement entre fleurs rouges et fleurs blanches donne des fleurs roses : quel phénomène ?	La dominance incomplète. Le phénotype rose est intermédiaire entre ceux des deux parents.

TERME	DÉFINITION
Un parent homozygote LMLM (groupe M) et un parent homozygote LNLN (groupe N) : quel groupe auront leurs enfants ?	Le groupe MN (génotype LMLN). Les allèles LM et LN sont codominants : l'enfant exprime à la fois M et N.
Croisement Aa × Aa : quelles proportions de génotypes chez les descendants ?	1/4 AA, 1/2 Aa, 1/4 aa. Si A est dominant, 3/4 des descendants ont le phénotype dominant.
Croisement test Aa × aa : quelles proportions de génotypes chez les descendants ?	1/2 Aa et 1/2 aa. Si l'individu testé était AA, tous les descendants seraient Aa.
Deux parents hétérozygotes pour une maladie autosomique récessive : quel risque qu'un enfant soit atteint ?	1 sur 4 (25 %) à chaque grossesse. Les deux parents sont des porteurs sains.
Les parents d'un enfant atteint d'une maladie autosomique récessive sont sains : quel est leur génotype ?	Hétérozygotes, chacun porteur d'une copie altérée du gène. Ils ne présentent en général aucun signe de la maladie.
Une maladie passe d'un père atteint à son fils : quels modes d'hérédité sont exclus ?	Le mode lié à l'X et le mode mitochondrial. Un père ne transmet à son fils ni son X (il lui donne son Y), ni ses mitochondries.
Un homme porte une variante liée à l'Y. Lesquels de ses enfants la reçoivent ?	Tous ses fils, aucune de ses filles. Seuls ses fils reçoivent son chromosome Y.
Une femme et un homme portent chacun une variante de leur ADN mitochondrial. Lequel des deux peut la transmettre à ses enfants ?	La femme seulement. Seul l'ovocyte apporte ses mitochondries à l'embryon, le spermatozoïde n'en transmet pas.
Un père atteint a toutes ses filles atteintes et aucun de ses fils atteints, de génération en génération : quel mode ?	Dominant lié à l'X. Le père donne son X à toutes ses filles et son Y à tous ses fils.
Une maladie touche surtout des garçons et passe par des mères non atteintes : quel mode ?	Récessif lié à l'X. Les mères sont des porteuses hétérozygotes, les fils n'ont qu'un X.

TERME	DÉFINITION
Une femme porteuse d'une maladie récessive liée à l'X a un enfant avec un homme sain : quel risque pour un fils d'être atteint ?	1 sur 2. Il reçoit son X de sa mère, qui transmet l'allèle altéré une fois sur deux.
Une fille est atteinte d'une maladie récessive liée à l'X : que peut-on dire de son père ?	Il est atteint. Elle a reçu une copie altérée de chaque parent, et un homme n'a qu'un X : une seule copie suffit à l'atteindre.
Dans une maladie autosomique dominante, une personne porteuse de l'allèle ne présente aucun signe : quel phénomène ?	La pénétrance incomplète. La maladie semble alors sauter une génération.
Dans une famille atteinte du syndrome de Marfan, tous les porteurs de la variante ont des signes : certains sont seulement grands et minces, d'autres ont une atteinte grave du cœur et des vaisseaux. Pénétrance incomplète ou expressivité variable ?	L'expressivité variable. Aucun porteur n'échappe aux signes, ce n'est donc pas une pénétrance incomplète : seule leur intensité change.
Une variante est présente dans toutes les cellules d'un enfant et absente chez ses deux parents : variante de novo ou mosaïcisme ?	Variante de novo. Un mosaïcisme ne toucherait qu'une partie de ses cellules.
Dans une famille où la maladie de Huntington montre une anticipation, comment évolue le nombre de répétitions de trinucléotides d'une génération à l'autre ?	Il augmente (expansion). Cette expansion rend la maladie plus sévère et plus précoce à chaque génération.