

Capes blanc écrit type 1 : L'énergie dans la cellule

Note totale /24 >>> /20

Organisation possible des idées	Contenus attendus ou compétences mobilisées	Appréciation	Commentaires	Barème	Correction
Structure du devoir et méthodes (8 points)					
Introduction	<p>Positionnement du sujet, contextualisation, intérêt et justification du sujet, limites éventuelles</p> <p>Fonctionnement des cellules suppose de maintenir un relatif état d'équilibre et une organisation qui luttent contre le principe d'entropie-> nécessité d'énergie</p> <p>Définition des mots-clés :</p> <p>Notion de cellule : unité structurale et fonctionnelle de base d'un être vivant limitée par une membrane et contenant une information génétique sous forme d'ADN</p> <p>Notion d'énergie : c'est la capacité d'un système à produire un travail, c'est-à-dire la capacité du système à se modifier ou à modifier un autre système en interaction avec lui (s'exprime en joules J).</p> <p>Formes d'énergie variées : chimique, mécanique, électrique, thermique, photonique...</p> <p><i>NB Possibilité de transformer une forme d'énergie en une autre (notion de conversion énergétique)</i></p> <p>Problématisation (arrivant naturellement, problèmes explicites) : Comment la cellule obtient-elle, convertit-elle et utilise-t-elle l'énergie nécessaire à son fonctionnement ?</p> <p>Annnonce de la démarche suivie (= annonce du plan)</p>			3	
Structure du devoir	<p>Plan et structure :</p> <p>- Forme : plan apparent, présenté hiérarchiquement, plan homogène, grandes parties ET sous-parties, plan équilibré...</p> <p>- Fond : plan répondant à la problématique (chaque partie traite une partie du sujet), présence d'une démarche logique (cohérence, progressivité des notions), titres explicites et informatifs = Plan pertinent</p> <p>Présentation des notions :</p> <p>- Approche inductive ou expérimentale : partir d'exemples concrets ou manips pour généraliser ensuite</p> <p>- Sélection pertinente et hiérarchisation des connaissances : choix des notions, les bases plutôt que les détails, pas de hors-sujet ni d'oubli</p>			2	
Démarche	<p>Présentation des notions :</p> <p>- Approche inductive ou expérimentale : partir d'exemples concrets ou manips pour généraliser ensuite</p> <p>- Sélection pertinente et hiérarchisation des connaissances : choix des notions, les bases plutôt que les détails, pas de hors-sujet ni d'oubli</p>				
Schématisation	<p>Schémas en nombre suffisant (« une idée, un paragraphe, un schéma »)</p> <p>Bien exécutés graphiquement, en couleurs (PAS au crayon à papier !!)</p> <p>Légende complète : titre, échelle, orientation, numérotation, appelés dans le texte</p> <p>Préférence pour les schémas fonctionnels, dynamiques, explicatifs</p> <p>Justes et sans erreurs</p> <p>Intégrés de manière pertinente à l'exposé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - expliqués (soit dans le développement, soit par des annotations étoffées pour les gens qui préfèrent éviter trop de rédaction et/ou gagner du temps) - exploités (justifiés dans le cadre du traitement du sujet et de la réponse à la problématique) <p>Présentes entre chaque grande partie (+ bilan en fin de dernière partie)</p>		La schématisation est évaluée avec les contenus.		
Conclusions partielles	<p>Constitution</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bilan (en quoi la partie terminée répond à un aspect de la problématique) - Enchaînement avec la partie suivante : <ul style="list-style-type: none"> * Liaison, mise en tension des deux parties * Expression du nouveau problème (à quelle question va répondre la nouvelle partie ainsi introduite) 			1	
Conclusion générale	<p>Bilan = réponse claire à la problématique (en résumant et réorganisant les idées essentielles de l'exposé)</p> <p><i>Attention ! Ne pas faire un simple résumé ou une redite du plan : il s'agit vraiment de proposer une réponse claire à la problématique de départ.</i></p> <p><i>Une conclusion n'est pas le lieu d'ajouts de dernière minute : elle se base sur des éléments exposés dans le développement.</i></p> <p>Ouverture (applications, actualité, dimension sociétale, autres champs disciplinaires, autres groupes que ceux concernés par l'exposé...) : il s'agit d'élargir le sujet dans une vision plus vaste, de le mettre en perspective. Exemple : perte du caractère central de l'homme dans les classifications.</p> <p><i>Attention ! Ne pas se contenter d'une allusion ou d'un nouveau problème : il y a avoir du fond dans une ouverture, ce n'est pas juste un exercice de style</i></p>			2	
Expression Rédaction	<p>Pas de maladresses d'expression ou de détournements du discours scientifique</p> <p>Pas de finalisme (grand ennemi), d'anthropomorphisme, d'anthropocentrisme, de gradisme, de vitalisme, de panglossisme, de scalisme, de prises de positions personnelles, d'écologie mal placée, de jugements de valeurs, de lyrisme, d'humour...</p> <p>Concision, précision : pas de baratin ni de délayage, les phrases ont toutes un véritable contenu informatif</p> <p>Syntaxe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Préférez des phrases courtes et simples... - Mais connectées logiquement : vous devez dérouler une pensée, réaliser une démonstration progressive et logique <p>Orthographe</p> <p>Soin de la copie</p>			0 (Malus)	
Exploitation des documents (pour rappel méthodologique)	<p>Etude des documents</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intérêt de chaque document : quel est le problème auquel le document permet de répondre ? (quel était le but recherché par l'auteur de la manipulation ou du document ?) - Analyse de chaque document = sélection de données pertinentes (sens de variation d'un paramètre, quelques chiffres : fourchette de variation, min/max...), pas de paraphrase du document, pas de catalogue de chiffres, de données ou de microvariations : il faut dégager l'essentiel du document (c'est-à-dire ce qui va pouvoir être utilisé pour dégager une interprétation) - Interprétation de chaque document : signification des éléments analysés, information tirée des données saisies par rapport au problème auquel le document permet de répondre - Mises en relation éventuelles d'informations : <ul style="list-style-type: none"> * Parfois au sein d'un document : par exemple, pour un document avec plusieurs courbes, on doit exploiter chaque courbe (analyse + interprétation) puis mettre en relations les interprétations des courbes deux à deux (ou par rapport à une courbe témoin) pour dégager de nouvelles conclusions. * Entre documents : rapprochement d'interprétations obtenues avec différents documents pour dégager de nouvelles conclusions. <p>Inserés au bon endroit et de manière pertinente dans l'exposé</p> <p>Utilisés pour démontrer des notions (et non pour les illustrer) (toujours partir des documents !)</p> <p><i>Les connaissances peuvent éventuellement être utilisées dans l'interprétation d'un document si elles permettent un réel apport interprétatif mais sinon, l'exploitation d'un document doit être naïve (= même si on a les connaissances, on doit les redémontrer en partant du document). Les documents n'illustrent pas : ils démontrent !</i></p>				Évaluée dans les contenus
Contenus (16 points)					
I. Place et modalités d'intervention de l'énergie dans la cellule					
A. Les principales formes d'énergie utilisables dans le fonctionnement cellulaire	<p>Cellules = systèmes thermodynamiques qui évoluent loin de l'équilibre</p> <p>Nombre restreint de formes d'énergie directement utilisables dans les activités cellulaires</p> <p>1. ATP et autres molécules phosphorylées</p> <ul style="list-style-type: none"> ° Présenter l'ATP et ses caractéristiques (ΔrG^{**}, hydrolyse / phosphorylation... présence d'une liaison anhydride d'acide à haut potentiel d'hydrolyse) ° Autres molécules phosphorylées existantes : GTP, UTP... ° Parfois phosphorylation de protéines : cas des phosphorylases / kinases (chaînes de conversion-amplification dans les communications cellulaires) <p>2. Coenzymes d'oxydoréduction</p> <ul style="list-style-type: none"> ° Traiter un exemple et citer les autres (surtout FAD, NAD, NADH). À noter : intervention dans des réactions d'oxydoréduction (l'oxydant d'un couple est réduit par capture d'électrons provenant d'un autre couple) <p>3. Gradient électrochimique transmembranaire</p> <ul style="list-style-type: none"> ° Vous pouvez parler (à condition de l'exploiter !) de l'équation de Nernst <p>Exploitation du document 1 (exploitation détaillée pour exemple) :</p> <p>Intérêt : expérience historique permettant de mettre en évidence le rôle du gradient de protons entre espace intermembranaire et matrice mitochondriale dans la formation d'ATP.</p> <p>Analyse : en constituant artificiellement des vésicules à l'aide de membrane interne de mitochondries, on constate que ces structures ne produisent de l'ATP qu'en présence d'ADP+Pi dans le milieu extérieur (qui correspond à la matrice mitochondriale) et qu'il n'y a pas d'ATP produit en l'absence de ces éléments.</p> <p>Interprétation : l'ATP semble être produit dans la matrice mitochondriale par phosphorylation de l'ADP.</p> <p>Limite : il faudrait vérifier qu'il n'y a pas production d'ATP juste avec un seul de ces deux éléments (l'ADP ou le Pi).</p> <p>Analyse : ces vésicules ne produisent de l'ATP que s'il y a un différentiel de pH entre le compartiment interne (espace intermembranaire) et le compartiment externe (matrice), dans le sens d'une plus grande acidité du compartiment équivalent à l'espace intermembranaire.</p> <p>Interprétation : il semble donc qu'un gradient de protons (dans le sens espace intermembranaire / matrice) permette la synthèse d'ATP.</p> <p>Bilan : il faudrait vérifier s'il n'y a pas synthèse d'ATP avec un différentiel de pH inversé !</p> <p>Généralisation : l'ATP semble donc produite par phosphorylation de l'ADP avec du Pi au dans la matrice en utilisant un gradient de protons entre l'espace intermembranaire et l'espace externe.</p> <p>Généralisation : préciser les mécanismes + notion de couplage osmochimique</p> <p>Remarque : ne pas coller le document si rien n'y est apporté (le coloriage n'est pas un apport !!)</p>			3 (1 doc)	
B. Importance énergétique des enzymes dans la	<p>1. Dans la réalisation des activités cellulaires</p> <ul style="list-style-type: none"> ° MEV : exemple de l'amylase salivaire, montrez son importance dans l'hydrolyse de l'amidon <p>Enzymes nécessaires à quasiment toutes les réactions chimiques de l'organisme (métabolisme). Elles abaissent l'enthalpie libre d'une réaction chimique en créant des états de transition (schéma !!)</p> <p>NB Beaucoup d'enzymes nécessitent un apport d'énergie (ATP, coenzyme d'oxydoréduction...), donc une réaction</p>				

vie cellulaire	<p>exergonique couplée à la réaction endergonique catalysée</p> <p>2. Dans le contrôle des conversions énergétiques</p> <p>* Traiter un exemple : rôle de la PFK (phosphofructokinase) dans le contrôle de la glycolyse >> document 3</p> <p>Exploitation du document 3 :</p> <p>Intérêt : ce document montre l'effet de la concentration d'ATP sur la PFK1, enzyme catalysant une étape initiale de la glycolyse (voie métabolique dont une fonction importante est la production d'ATP).</p> <p>Analyse : on voit que l'activité de cette enzyme augmente de manière sigmoïde en fonction de la quantité de substrat disponible.</p> <p>Interprétation :</p> <p>Limite : il s'agit donc d'une enzyme allostérique.</p> <p>Analyse : on constate que, pour une concentration initiale donnée en substrat, l'enzyme a une activité catalytique plus importante en présence d'une faible concentration d'ATP que d'une forte.</p> <p>Interprétation : L'ATP exerce donc une inhibition de l'activité catalytique de l'enzyme ; c'est un effecteur allostérique qui exerce un rétrocontrôle négatif la PFK1.</p> <p>Remarque : ne pas coller le document si rien n'y est apporté (le coloriage n'est pas un apport !!).</p>	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">1 Source d'énergie</th> </tr> <tr> <td>Lumière : « Photo »</td> <td>Reactions chimiques : « Chimio »</td> <td>Minérale : CO₂ « auto »</td> </tr> <tr> <td>Photoolitho-autotrophes</td> <td>Chimiolitho-autotrophes</td> <td>Minérale : « hétéro »</td> </tr> <tr> <td>Photoolitho-hétérotrophes</td> <td>Chimiolitho-hétérotrophes</td> <td>Minérale : CO₂ « auto »</td> </tr> <tr> <td>Photoorgano-autotrophes</td> <td>0 ou ?</td> <td>Minérale : « hétéro »</td> </tr> <tr> <td>Photoorgano-hétérotrophes</td> <td>Chimioorgano-hétérotrophes</td> <td>Organique : « hétéro »</td> </tr> </table>	1 Source d'énergie			Lumière : « Photo »	Reactions chimiques : « Chimio »	Minérale : CO ₂ « auto »	Photoolitho-autotrophes	Chimiolitho-autotrophes	Minérale : « hétéro »	Photoolitho-hétérotrophes	Chimiolitho-hétérotrophes	Minérale : CO ₂ « auto »	Photoorgano-autotrophes	0 ou ?	Minérale : « hétéro »	Photoorgano-hétérotrophes	Chimioorgano-hétérotrophes	Organique : « hétéro »	2 (1 doc)	
	1 Source d'énergie																					
Lumière : « Photo »	Reactions chimiques : « Chimio »	Minérale : CO ₂ « auto »																				
Photoolitho-autotrophes	Chimiolitho-autotrophes	Minérale : « hétéro »																				
Photoolitho-hétérotrophes	Chimiolitho-hétérotrophes	Minérale : CO ₂ « auto »																				
Photoorgano-autotrophes	0 ou ?	Minérale : « hétéro »																				
Photoorgano-hétérotrophes	Chimioorgano-hétérotrophes	Organique : « hétéro »																				
C. Une origine environnementale de l'énergie	<p>Nécessité d'un approvisionnement en énergie en provenance du milieu</p> <p>Notion d'autotrophie et d'hétérotrophie</p> <p>Diversité des types trophiques</p>	<table border="1"> <tr> <td>2 Donneur d'électrons</td> <td>Minéral : « litho »</td> <td>Photoolitho-autotrophes</td> <td>Chimiolitho-autotrophes</td> <td>Organique : « hétéro »</td> <td>3 Source de carbone</td> </tr> <tr> <td>Organique : « organo »</td> <td>Photoorgano-autotrophes</td> <td>0 ou ?</td> <td>Minérale : CO₂ « auto »</td> <td>Minérale : « hétéro »</td> <td>Organique : « hétéro »</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Photoorgano-hétérotrophes</td> <td>Chimioorgano-hétérotrophes</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>1, 2 et 3 désignent l'ordre à envisager dans la caractérisation d'un type trophique ; 2 désigne l'absence de données.</p>	2 Donneur d'électrons	Minéral : « litho »	Photoolitho-autotrophes	Chimiolitho-autotrophes	Organique : « hétéro »	3 Source de carbone	Organique : « organo »	Photoorgano-autotrophes	0 ou ?	Minérale : CO ₂ « auto »	Minérale : « hétéro »	Organique : « hétéro »		Photoorgano-hétérotrophes	Chimioorgano-hétérotrophes				1	
2 Donneur d'électrons	Minéral : « litho »	Photoolitho-autotrophes	Chimiolitho-autotrophes	Organique : « hétéro »	3 Source de carbone																	
Organique : « organo »	Photoorgano-autotrophes	0 ou ?	Minérale : CO ₂ « auto »	Minérale : « hétéro »	Organique : « hétéro »																	
	Photoorgano-hétérotrophes	Chimioorgano-hétérotrophes																				

Les formes d'énergie cellulaire utilisables sont peu nombreuses (ATP, coenzymes, gradients...) et l'énergie prélevée par la cellule dans son environnement doit être, avant emploi, convertie en une forme d'énergie utilisable dans les activités cellulaires. Comment la cellule convertit-elle l'énergie puisée dans l'environnement en énergie utilisable ?

II. Conversion de l'énergie puisée dans l'environnement en énergie utilisable par la cellule

NB * Les mécanismes n'ont pas besoin d'être tous détaillés : insister sur les conversions d'énergie !
* Pensez à trouver des mises en évidence expérimentales : voir les livres de BCPST

A. Conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique : la photosynthèse (exemple des eucaryotes)	<p>1. Mise en évidence de l'incorporation de carbone inorganique en présence de lumière : document 2</p> <p>Intérêt : le suivi par radioactivité de l'incorporation de CO₂ radioactif par des Chlorelles permet de mettre en évidence l'importance de la lumière et d'élucider des morceaux des voies métaboliques impliquées.</p> <p>a. Analyse : on voit que la quantité de CO₂ incorporé est constante à la lumière alors qu'elle chute lorsque la culture d'algues est placée à l'obscurité.</p> <p>Interprétation : la présence de lumière est donc indispensable à l'incorporation du CO₂.</p> <p>b. Analyse : à la lumière, on dose une quantité constante d'APG et du Ru-BP dans les Chlorelles alors que, suite au passage à l'obscurité, la quantité de Ru-BP chute immédiatement et la quantité d'APG connaît une brusque augmentation puis une longue chute progressive.</p> <p>Interprétation : il semble donc que le Ru-BP soit une molécule qui accepte immédiatement le carbone issu du CO₂ incorporé alors que l'APG est une molécule apparaissant en aval du RuBP.</p> <p>Remarque : ne pas coller le document si rien n'y est apporté (le coloriage n'est pas un apport !!).</p> <p>2. Mécanismes de la photosynthèse</p> <p>1. Phase lumineuse de la photosynthèse et fonctionnement de la chaîne photosynthétique :</p> <p>a) Conversion d'énergie lumineuse en pouvoir réducteur (coenzymes réduits) (couplage photochimique)</p> <p>b) Conversion d'énergie lumineuse en gradient de protons (chaîne photosynthétique) (couplage photo-osmotique)</p> <p>c) Conversion du gradient de protons en ATP grâce à l'ATP synthase (couplage osmo-chimique)</p> <p>MEV : expérience de Jagendorf & Uribe (doc. 1) peut être utilisée ici</p> <p>* Couplage avec la phase obscure (cycle de Calvin) : utilisation du pouvoir réducteur et de l'ATP dans la formation de matière organique (couplage chimio-chimique)</p> <p>3. Variations des mécanismes</p> <p>On peut citer la photosynthèse en C4 (découplage spatial de l'incorporation du CO₂ et de la photosynthèse : gain de rendement) ou CAM (découplage temporel de l'incorporation du CO₂ et de la photosynthèse : évite pertes hydriques en journée)</p> <p>On peut également citer la photorespiration (anecdote)</p> <p>On enfin citer l'existence d'autres modalités photosynthétiques, par exemple chez les procaroyotes</p>		3 (1 doc)	
B. Conversion de l'énergie chimique de molécules organiques en énergie chimique utilisable : le catabolisme oxydatif	<p>* Conversion de l'énergie chimique contenue dans les molécules organiques en ATP : exemple de la glycolyse (couplage chimio-chimique) (Existence d'autres voies, comme la voie des pentoses phosphates)</p> <p>* Conversion de l'énergie chimique contenue dans les molécules organiques en pouvoir réducteur : cycle de Krebs (couplage chimio-chimique)</p> <p>* Conversion de l'énergie chimique contenue dans les coenzymes réduits en gradient de protons : chaîne respiratoire (couplage chimio-osmotique)</p> <p>* Conversion du gradient de protons en ATP : ATP synthase (couplage osmo-chimique)</p> <p>* Voie d'entrée des acides gras : bêta-oxydation (hélice de Lymen)</p> <p>* Voie d'entrée des acides aminés : désamination / transamination</p>		3	
C. Conversion d'énergie chimique minérale en énergie chimique utilisable : exemple des Bactéries nitrifiantes	<p>Signaler par exemple le cas des réactions impliquées chez les Bactéries dans la nitrification (en choisir une) ; présenter notamment le principe des conversions d'énergie (accepteur d'électrons et fonctionnement de l'ATP synthase couplé là encore à un gradient de protons)</p>		1	

La variété des formes d'énergie disponibles dans l'environnement peut être assimilée par les organismes grâce à des mécanismes mettant en jeu des conversions énergétiques. L'obtention de formes d'énergie utilisable par la cellule autorise ensuite l'emploi de cette énergie dans l'ensemble des activités cellulaires. Comment la cellule utilise-t-elle cette énergie dans ses travaux cellulaires ?

III. Emploi de l'énergie utilisable dans les travaux cellulaires

A. Dans les travaux chimiques	<p>1. Biosynthèse de molécules organiques</p> <p>a) Par transformation de molécules</p> <p>Choisir une réaction anabolique (= de synthèse), par exemple le cycle de Calvin</p> <p>Transformation de molécules en d'autres par réduction de 3 CO₂ en phosphoglycéraldéhyde par utilisation de l'énergie libérée par l'hydrolyse de 9 molécules d'ATP et l'oxydation de 6 molécules de NADPH (couplage chimio-chimique)</p> <p>b) Par polymérisation de molécules (formation de macromolécules)</p> <p>Exemple : glycogénogénèse (hydrolyse d'UTP : couplage chimio-chimique)</p> <p>NB Principe : formation d'une nouvelle liaison entre monomères</p> <p>Autres exemples nombreux : amidon, cellulose, polypeptides (traduction)...</p> <p>2. Dégradation de molécules organiques</p> <p>a) Par transformation de molécules</p> <p>Choisir une réaction catabolique (= de dégradation), par exemple l'hélice de Lymen</p> <p>Oxydation d'acides gras couplée à la réduction de coenzymes (FAD et NAD > FADH₂ et HADH, H⁺) (couplage chimio-chimique)</p> <p>b) Par hydrolyse de macromolécules</p> <p>Exemple possible : hydrolyse d'amidon par amylase salivaire qui abaisse l'enthalpie libre de réaction (incorporation d'une molécule d'eau)</p>		1	
B. Dans les travaux mécaniques	<p>* Exemple de la contraction musculaire avec utilisation d'ATP (couplage chimio-mécanique)</p> <p>* Exemple de la rotation du flagelle bactérien avec utilisation de la force proton-motrice d'un gradient de protons (couplage osmo-mécanique) (attention, c'est différent chez les Eucaryotes !)</p>		1	
C. Dans les travaux osmotiques	<p>1. Transports membranaires</p> <p>Faire un schéma succinct des principaux types de transports (passif ou facilité : utilisation du gradient électro-chimique ; actif : utilisation d'un autre gradient (couplage osmo-osmotique) ou de l'hydrolyse d'une molécule énergétique (couplage chimio-osmotique), par exemple sous forme de tableau synthétique</p> <p>2. Maintien de gradients électrochimiques : exemple du potentiel de membrane animal</p> <p>Fonctionnement de la pompe ATPase Na⁺/K⁺ (utilisation d'ATP : couplage chimio-osmotique)</p>		1	