

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية - خيار فرنسية
الدورة العادية 2017
- الموضوع -

NS 34F

الجمهورية المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي



المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

3	مدة الإنجاز	علوم الحياة والأرض	المادة
5	المعامل	مسلك العلوم الفيزيائية - خيار فرنسية	الشعبة أو المسلك

Il est permis d'utiliser la calculatrice non programmable

Première partie : restitution des connaissances (5 pts)

- I. Définissez les notions suivantes : - Secousse musculaire - Mitochondrie. (1pt)
- II. Donnez la réaction globale de la glycolyse. (0.5 pt)
- III. Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, une seule suggestion est correcte. Recopiez les couples suivants, et choisissez pour chaque couple la lettre correspondante à la suggestion correcte. (1 ; ...); (2 ; ...); (3 ; ...); (4 ; ...). (2 pts)

1- Le téτανوس parfait est le résultat de la fusion de plusieurs secousses musculaires suite à une série d'excitations dont l'excitation suivante est appliquée:

a. pendant la phase de contraction de la secousse due à l'excitation précédente.

b. pendant la phase de relâchement de la secousse due à l'excitation précédente.

c. à la fin de la secousse due à l'excitation précédente.

d. pendant la phase de latence de la secousse due à l'excitation précédente.

2- Au cours de la contraction musculaire, on constate un raccourcissement:

a. de la bande sombre et de la zone H.

b. de la bande claire et de la zone H.

c. des bandes sombres et claires sans changement de la zone H.

d. des bandes sombres, des bandes claires et de la zone H.

3- La fermentation lactique :

a. libère 4 molécules d'ATP à partir d'une seule molécule de glucose.

b. comporte une phase commune avec la respiration qui est la glycolyse.

c. produit un résidu organique sous forme de CO_2 .

d. produit deux molécules d'ATP à partir d'un gradient H^+ de part et d'autre de la membrane interne de la mitochondrie.

4- Les réactions du cycle de Krebs :

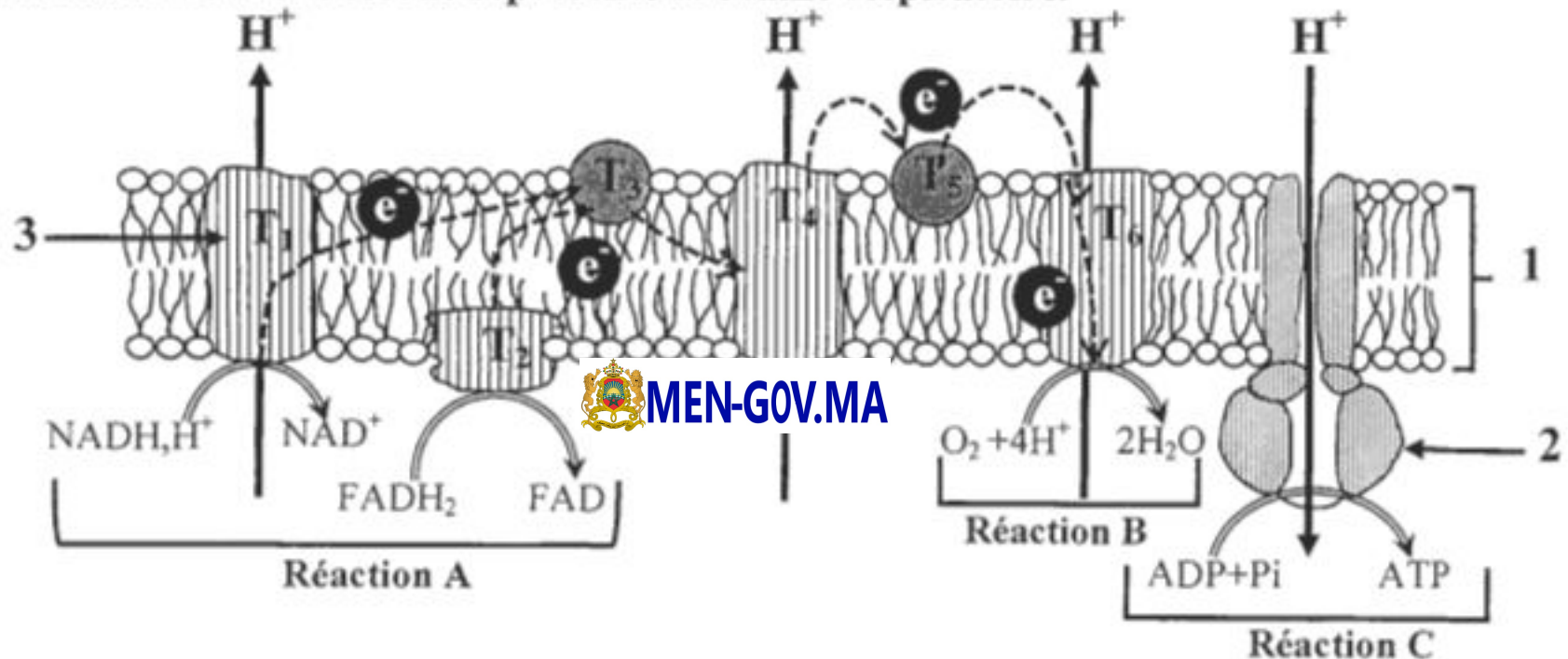
a. ne produisent pas d'énergie.

b. Libèrent le dioxyde de carbone.

c. se déroulent au niveau de la membrane interne de la mitochondrie.

d. sont communes entre la respiration et la fermentation.

IV. Le document ci-dessous représente la chaîne respiratoire.



Nommez chacune des structures désignées par les numéros 1, 2, 3 et des réactions désignées par les lettres A, B, C. (1.5 Pts)



Deuxième partie : Exploitation des documents (15 pts)

Exercice 1 (5 pts)

I. Il existe deux lignées de la Caille japonaise (*Coturnix japonica*): lignée à plumage tacheté « noir-brun » et lignée à plumage tacheté « rouge-jaune ». Pour déterminer la cause de la différence de couleur du plumage chez la caille japonaise, des études ont été menées sur deux allèles du gène *Mcl-R* : un allèle normal codant la synthèse des pigments d'**eumélanine** responsable du plumage tacheté noir-brun, et un allèle muté codant la synthèse des pigments de **phéomélanine** responsable du plumage tacheté rouge-jaune.



Le document 1 présente une partie du brin non transcrit de l'allèle normal chez la caille japonaise

Numéros des triplets : 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235
Séquence des nucléotides : CAG CCC ACC ATC TAC CGC ACC AGC AGC CTG A ..

Document 1

1. En utilisant le tableau du code génétique (document 2), **donnez** le brin d'ARNm et la séquence d'acides aminés correspondante à la partie de l'allèle codant la synthèse du pigment d'eumélanine du triplet 225 au triplet 234. (1 pt)

2 ^{ème} nucléotide 1 ^{er} nucléotide	U		C		A		G		3 ^{ème} nucléotide
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leu	UCA		UAA	Stop	UGA	Stop	A
	UUG		UCG		UAG		UGG		G
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Gln	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA	Met	ACA		AAA	Lys	AGA	Arg	A
	AUG		ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glu	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

Document 2

Une mutation par délétion de plusieurs nucléotides au niveau du gène *Mcl-R* conduit à l'apparition d'un allèle mutant contrôlant la synthèse du pigment phéomélanine.

Le document 3 montre une partie du brin non transcrit de l'allèle mutant et la séquence des acides aminés lui correspondante.

Numéros des triplets : 225 226 227 228 229 230 231 232
Séquence des nucléotides : CAG CCC ACC GCA CCA GCA GCC TGA
Séquence des acides aminés : Gln - Pro - Thr - Ala - Pro - Ala - Ala

Document 3

2. Déterminez l'emplacement et le nombre des nucléotides perdus par délétion qui est à l'origine de l'apparition de l'allèle mutant, puis montrez la relation caractère - gène. (1.25 pt)

II. La caille japonaise se caractérise par une diversité de couleur des œufs, ainsi que par la possibilité d’être atteinte par le diabète insipide; une maladie héréditaire caractérisée par une soif excessive et une excrétion de grande quantité d’urine. Afin d’étudier le mode de transmission des deux caractères héréditaires, la couleur des œufs et la maladie du diabète insipide chez deux lignée de la caille japonaise : l’une qui pond des œufs de couleur bleue et atteinte par le diabète insipide et l’autre qui pond des œufs de couleur verte et non atteinte par le diabète insipide, on propose l’exploitation des résultats des deux croisements suivants :

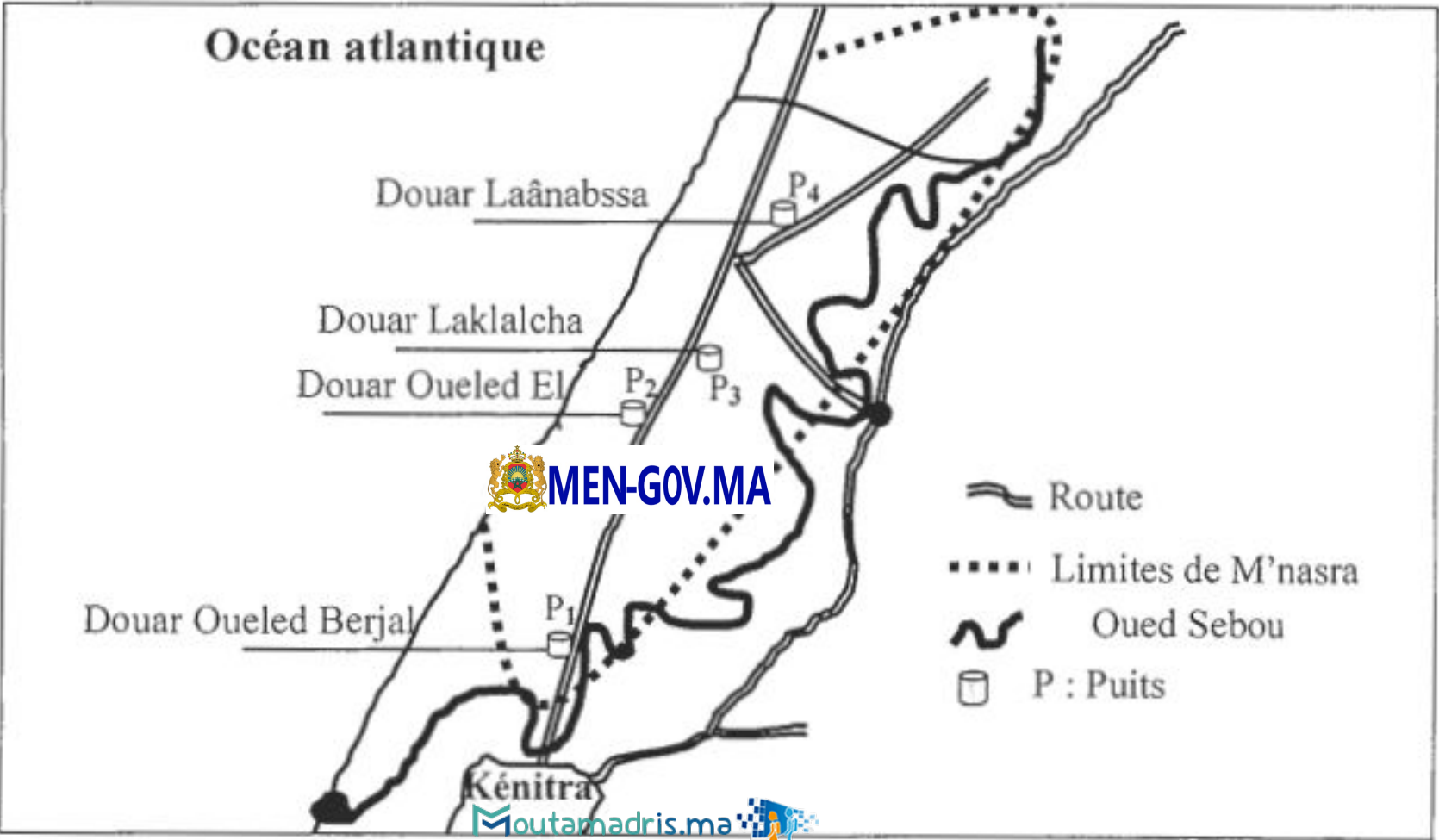
- **Premier croisement** : entre deux lignées pures, une lignée qui pond des œufs de couleur bleue et atteinte par le diabète insipide et lignée qui pond des œufs de couleur verte et non atteinte par le diabète insipide. La première génération (F₁) obtenue est constituée d’individus qui pondent des œufs de couleur bleue et non atteints par le diabète insipide.
- **Deuxième croisement** : entre des individus de F₁, a donné une génération F₂ composée de :
 - 10 individus qui donnent des œufs de couleur verte et atteints par le diabète insipide ;
 - 33 individus qui donnent des œufs de couleur verte et non atteints par le diabète insipide ;
 - 33 individus qui donnent des œufs de couleur bleue et atteints par le diabète insipide ;
 - 82 individus qui donnent des œufs de couleur bleue et non atteints par le diabète insipide.

3. En **analysant** les résultats des deux croisements, **montrez** le mode de transmission des deux caractères héréditaires étudiés. (1.5pt)

4. **Donnez** l’interprétation chromosomique des deux croisements en justifiant votre réponse par un échiquier de croisement. (1.25pt)
Utiliser les symboles **B** et **b** pour le caractère "couleur des œufs" et les symboles **D** et **d** pour le caractère "diabète insipide".

Exercice 2 : (5 pts)

La région de M’nasra dans les environs de Kénitra est connu par une activité agricole importante surtout l’élevage des bovins et des cultures sur des sols fertilisés par le fumier des bovins riche en ammoniac NH⁺₄. Avec un volume estimé à 80.10⁶ m³, Les eaux souterraines de cette région constituent la source principale d’approvisionnement en eau potable et en eau utilisée dans l’agriculture. La nappe phréatique de M’nasra s’alimente par infiltration des eaux de pluies, mais elle reste exposé à la pollution. Pour étudier l’impact de l’activité agricole sur la qualité des eaux souterraines de la région de M’nasra, des analyses chimiques et biologiques ont été réalisés sur des échantillons d’eau prélevés de quatre puits indiqués dans le document 1. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau du document 2.



Les Puits Les paramètres	P1	P2	P3	P4	normes d'eau potable
Ammoniac NH_4^+ en mg/L	0,00	0,00	0,28	0,00	$\leq 0,5\text{mg/L}$
Nitrites NO_2^- en mg/L	0,007	0,003	0,004	0,002	$\leq 0,1\text{mg/L}$
Nitrates NO_3^- en mg/L	26,16	107,76	114,47	198,46	$\leq 50\text{mg/L}$
Nombre des CF dans 100mL	380	57	120	0	0
Nombre des SF dans 100mL	1250×10^3	8×10^3	$5,8 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	0

CF: Coliformes fécaux
SF : Streptocoques fécaux

- Les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux sont des microorganismes qui se trouvent dans la matière fécale des animaux et de l'Homme;
- Dans le sol L'ammoniac NH_4^+ se transforme en nitrite NO_2^- , puis en nitrate NO_3^- ;
- Pour identifier l'origine des coliformes fécaux et streptocoques fécaux détectés dans les eaux des puits étudiés, on se base sur le calcul du rapport CF/SF. Les bactéries sont d'origine animale (et non humaine) si le rapport CF/SF est **inférieur à 0,7**.

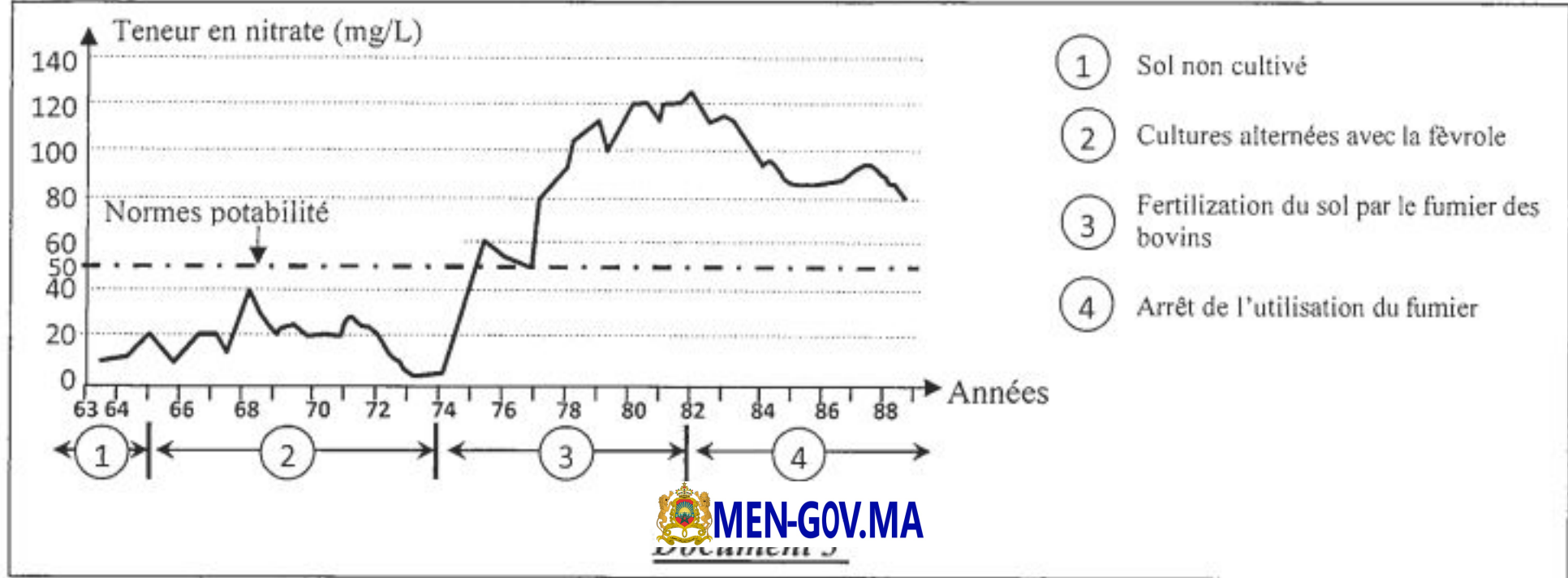
Document 2

- 1-En se basant sur les données du document 2, comparez les valeurs de NO_3^- , CF et SF détectés dans les eaux des puits étudiés aux normes d'eau potable, et déduisez la potabilité des eaux de ces puits. (1,25 pts)
2. Calculez le rapport CF/SF pour les quatre puits, et déduisez l'origine des coliformes et streptocoques fécaux détectés dans les eaux des puits étudiés. (1 pts)
3. En se basant sur les données des documents 1 et 2 et sur vos connaissances, expliquez l'origine de la pollution des eaux souterraines de la région M'nasra par les nitrates. (1.25 pts)

Afin de trouver des solutions au problème de la pollution des eaux souterraines par les nitrates, on propose l'exploitation des données suivantes :

La culture de la fèverole (fève) contribue à l'enrichissement du sol en azote minéral facilement assimilable par les plantes. À titre d'exemple une fèverole d'hiver laisse dans le sol de l'azote minéral qui couvre environ 67 % des besoins d'autre culture comme le blé.

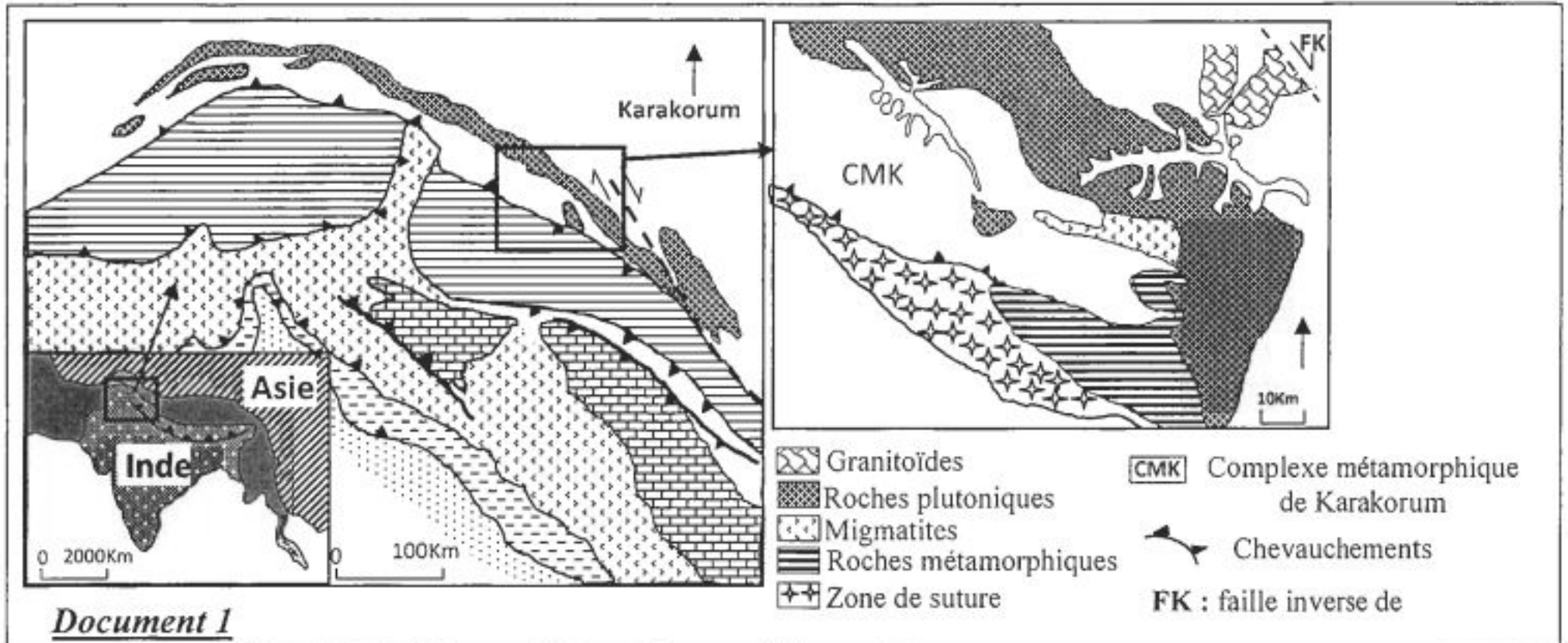
Le document 3 montre la variation de la teneur en nitrates d'une eau souterraine en fonction des pratiques agricoles dans une région de la France durant la période allant de 1963 à 1988.



4. Décrivez la variation de la teneur en nitrates des eaux souterraines en fonction des pratiques agricoles illustrés dans le document 3, et proposez une solution appropriée pour améliorer la qualité des eaux souterraines de la région M'nasra. (1.5 pts)

Exercice 3 : (5 pts)

Le Karakorum est une chaîne de montagne située dans le nord-ouest de l'Himalaya, elle s'étend du nord du Pakistan jusqu'au sud du Kashemir. Pour déterminer les étapes de formation de cette chaîne de montagne, des études ont été menées sur les caractéristiques tectoniques et pétrographiques de la zone Karakorum. Le document 1 présente une carte simplifiée de la zone étudiée.



1. En se basant sur le document 1, **dégagez** deux indices montrant que la région étudiée a connu des contraintes tectoniques compressives, et deux autres indices indiquant que la région a connu une collision précédée par une subduction. (1pt)

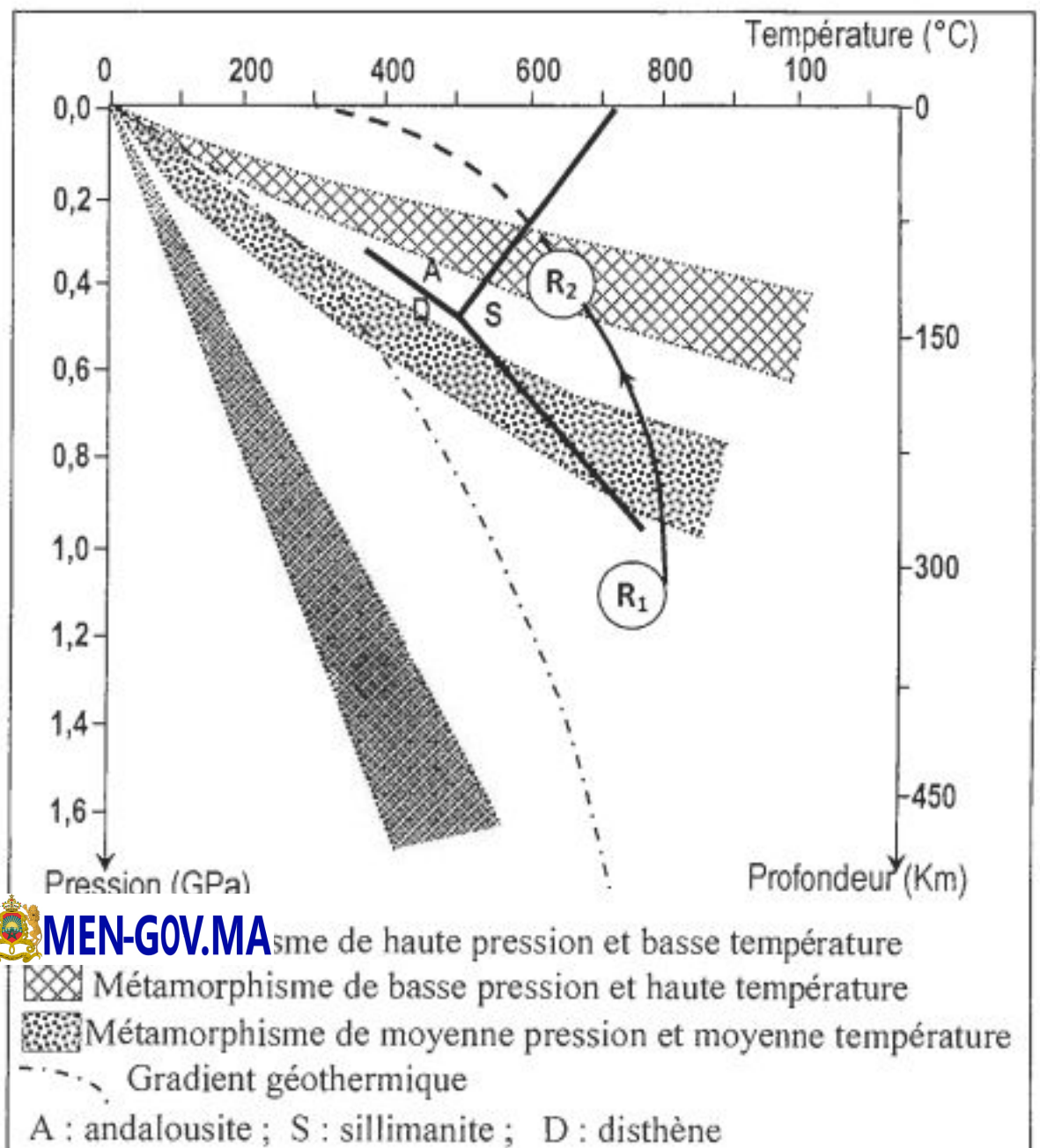
Le complexe métamorphique de Karakorum est caractérisé par la présence du gneiss (R_2) résultant de transformation métamorphique de la roche du paragneiss (R_1). Le document 2 présente la composition minéralogique des deux roches R_1 et R_2 et Le document 3 montre le trajet de pression et de température de la formation de ces deux roches.

Minéraux	Paragneiss (R_1)	Gneiss (R_2)
Quartz	+++	+++
Plagioclase	++	++
Biotite	+++	++
Muscovite	++	++
Grenat	++	++
Disthène	++	-
Sillimanite	-	++

Le nombre de signe (+) indique le degré d'abondance du minéral.

(-) indique l'absence du minéral.

Document 2

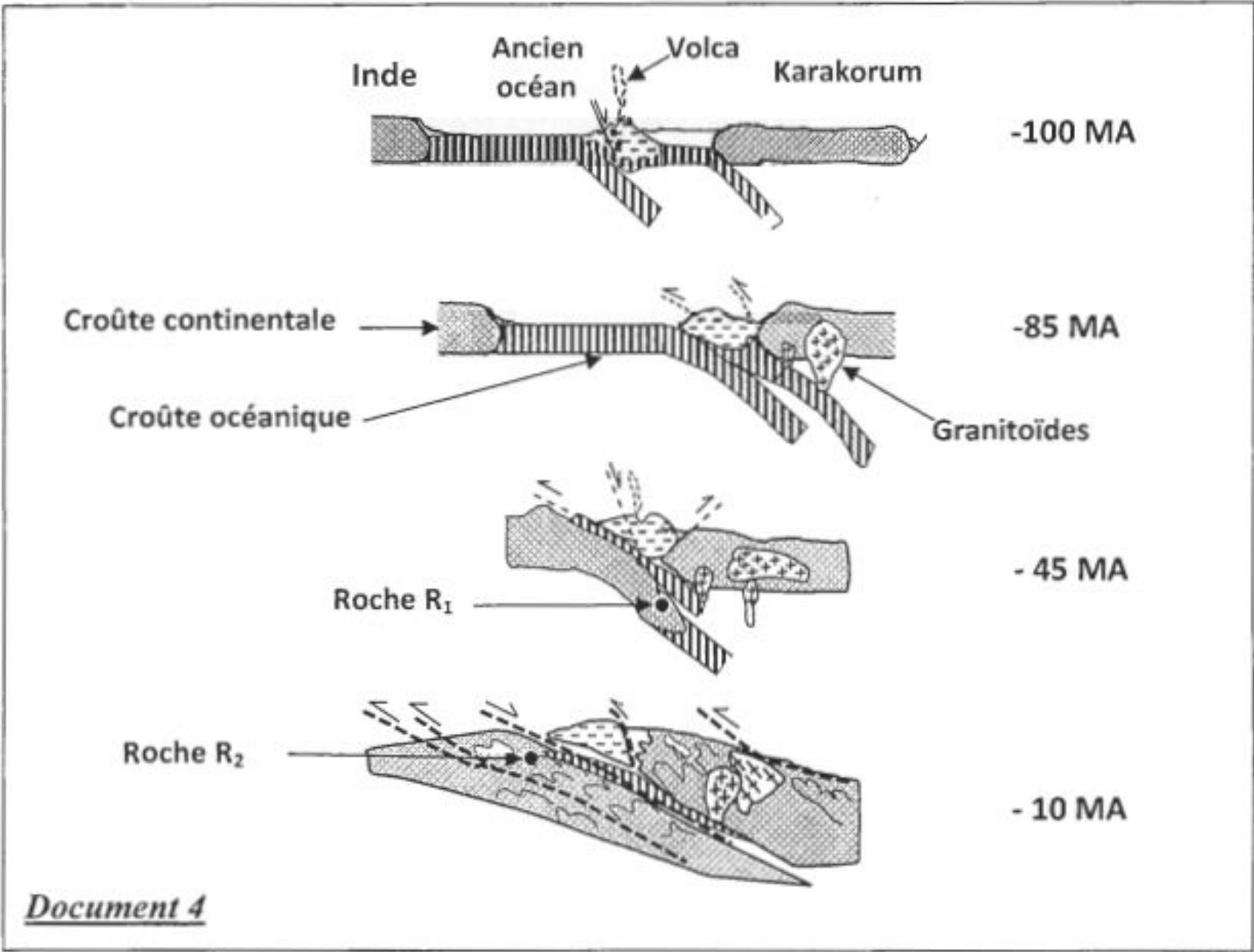


MEN-GOV.MA

2. En se basant sur les données du document 2, **Décrivez** les variations minéralogiques observées lors du passage du Paragneiss au Gneiss. (0.75pt)

3. En se basant sur les données du document 3, **Déterminez** les conditions de pression et de température permettant la formation des deux roches R1 et R2, puis **expliquez** les changements minéralogiques observées lors du passage du Paragneiss au Gneiss. (1.25 pts)

Le document 4 montre les étapes de formation du Karakorum selon le modèle proposé par Y.LEMENNICIER :



4. En exploitant les données précédentes et le document 4, **reconstituez** l'histoire géologique de la chaîne de montagne du Karakorum en précisant la relation entre la formation du gneiss et l'orogénèse de cette chaîne de montagne. (2pts)

3	مدة الإنجاز	علوم الحياة والأرض	المادة
5	المعامل	مسلك العلوم الفيزيائية - خيار فرنسية	الشعبة أو المسلك

Question	Les éléments de réponse	Note
Première partie (5 pts)		
I	Secousse musculaire: réponse musculaire après une excitation efficace, elle se compose de la phase de latence , la phase de contraction et la phase de relâchement ... Mitochondrie : organite cellulaire siège des réactions d'oxydations respiratoire (la structure de la mitochondrie comme réponse est acceptable)	0.5 pt 0.5 pt
II	Réaction globale de la glycolyse : $C_6H_{12}O_6 + 2 ADP + 2NAD^+ + 2Pi \rightarrow 2CH_3COOH + 2 ATP + 2 NADH, H^+$	0.5 pt
III	QCU : (1,a) ; (2,b) ; (3,b) ; (4,b)(4×0.5)	2 pts
IV	Noms des structures : (1) membrane interne de la mitochondrie ; (2) sphère pédonculée (ATP synthétase) ; (3) transporteur des protons et des électrons noms des réactions : (A) oxydation des transporteurs d'hydrogène ; (B) réduction d'oxygène ; (C) phosphorylation de l'ADP	0.75 pt 0.75 pt
Deuxième partie (15 pts)		
Exercice 1 (5 pts)		
1	Brin d'ARNm correspondant à la partie de l'allèle codant la synthèse du pigment eumélanine : CAG CCC ACC AUC UAC CGC ACC AGC AGC CUG Séquence d'acides aminés : Gln - Pro - Thr - Ile - Tyr - Arg - Thr - Ser - Ser - Leu	0.5pt 0.5 pt
2	Emplacement et le nombre des nucléotides perdus par délétion : Délétion de sept nucléotides: les six nucléotides des triplets 228 et 229 avec le premier nucléotide du triplet 230 « TAG ATG G » du brin transcrit d'ADN (ou ATC TAC C du brin non transcrit) Relation caractère gène : mutation par délétion de sept nucléotides → changement de la séquence nucléotidique de l'allèle codant le pigment d'eumélanine → synthèse d'un nouveau pigment (le phéomélanine) → apparition du plumage tacheté rouge-jaune (changement du phénotype)	0. 5 pt 0.75 pt

3	Exploitation des résultats du premier croisement : - Cas de dihybridisme : étude de la transmission de deux caractères héréditaires. - F₁ est homogène, la première loi de Mendel est vérifiée → hérédité non liée au sexe. - tous les individus de F₁ pondent des œufs bleus et non atteint par le diabète insipide : dominance d'allèle couleur bleu des œufs « B » par rapport à l'allèle couleur verte des œufs « b », et dominance d'allèle responsable de l'absence du diabète insipide « D » par rapport à l'allèle responsable de l'apparition du diabète insipide « d » -la descendance du deuxième croisement est constituée de quatre phénotypes répartis comme suit : [B ; D] 51,8 % (environ 9/16) ; [B ; d] 20,88%(environ 3/16) [b ; D] 20,88% (environ 3/16) [b ; d] 6,32%(environ 1/16) Il s'agit de deux gènes non liés	0.25 pt	0.25 pt	0.5pt	0.5 pt																																																									
4	Interprétation chromosomique du premier croisement : <table><tr><td>Parents :</td><td>P1</td><td>×</td><td>P2</td></tr><tr><td>Phénotype :</td><td>[d,B]</td><td></td><td>[D,b]</td></tr><tr><td>Génotype :</td><td>d//d , B//B</td><td></td><td>D//D , b//b</td></tr><tr><td>Gamètes :</td><td>100% d/ , B/</td><td></td><td>100% D/ , b/</td></tr></table> F1 : D//d , B//b [D,B] 100% Interprétation chromosomique du deuxième croisement : <table><tr><td>Parents</td><td>F1</td><td>×</td><td>F1</td></tr><tr><td>Phénotype :</td><td>[D , B]</td><td></td><td>[D , B]</td></tr><tr><td>Génotype :</td><td>D//d , B//b</td><td></td><td>D//d , B//b</td></tr><tr><td>Gamètes :</td><td>D/,B/ ¼ ; D/,b/ ¼ d/,B/ ¼ ; d/,b/ ¼</td><td></td><td>D/,B/ ¼ ; D/,b/ ¼ d/,B/ ¼ ; d/,b/ ¼</td></tr></table> Echiquier de croisement : <table><tr><td>γ° \ γ°</td><td>D/,B/ ¼</td><td>D/,b/ ¼</td><td>d/,B/ ¼</td><td>d/,b/ ¼</td></tr><tr><td>D/,B/ ¼</td><td>D//D , B//B [D,B] 1/16</td><td>D//D, B//b [D,B] 1/16</td><td>D//d , B//B [D,B] 1/16</td><td>D//d , B//b [D,B] 1/16</td></tr><tr><td>D/,b/ ¼</td><td>D//D , B//b [D,B] 1/16</td><td>D//D, b//b [D,b] 1/16</td><td>D//d , B//b [D,B] 1/16</td><td>D//d , b//b [D,b] 1/16</td></tr><tr><td>d/,B/ ¼</td><td>D//d , B//B [D,B] 1/16</td><td>D//d , B//b [D,B] 1/16</td><td>d//d , B//B [d,B] 1/16</td><td>d//d , B//b [d,B] 1/16</td></tr><tr><td>d/,b/ ¼</td><td>D//d , B//b [D,B] 1/16</td><td>D//d , b//b [D,b] 1/16</td><td>d//d , B//b [d,B] 1/16</td><td>d//d , b//b [d,b] 1/16</td></tr></table> On obtient les résultats théoriques suivants : [D,B] 9/16 ; [d,B] 3/16 ; [D,b] 3/16 ; [d,b] 1/16 Conformité entre les résultats expérimentaux et les résultats théoriques	Parents :	P1	×	P2	Phénotype :	[d,B]		[D,b]	Génotype :	d//d , B//B		D//D , b//b	Gamètes :	100% d/ , B/		100% D/ , b/	Parents	F1	×	F1	Phénotype :	[D , B]		[D , B]	Génotype :	D//d , B//b		D//d , B//b	Gamètes :	D/,B/ ¼ ; D/,b/ ¼ d/,B/ ¼ ; d/,b/ ¼		D/,B/ ¼ ; D/,b/ ¼ d/,B/ ¼ ; d/,b/ ¼	γ° \ γ°	D/,B/ ¼	D/,b/ ¼	d/,B/ ¼	d/,b/ ¼	D/,B/ ¼	D//D , B//B [D,B] 1/16	D//D, B//b [D,B] 1/16	D//d , B//B [D,B] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16	D/,b/ ¼	D//D , B//b [D,B] 1/16	D//D, b//b [D,b] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16	D//d , b//b [D,b] 1/16	d/,B/ ¼	D//d , B//B [D,B] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16	d//d , B//B [d,B] 1/16	d//d , B//b [d,B] 1/16	d/,b/ ¼	D//d , B//b [D,B] 1/16	D//d , b//b [D,b] 1/16	d//d , B//b [d,B] 1/16	d//d , b//b [d,b] 1/16	0.25 pt	0.25 pt	0.25 pt	0.5 pt
Parents :	P1	×	P2																																																											
Phénotype :	[d,B]		[D,b]																																																											
Génotype :	d//d , B//B		D//D , b//b																																																											
Gamètes :	100% d/ , B/		100% D/ , b/																																																											
Parents	F1	×	F1																																																											
Phénotype :	[D , B]		[D , B]																																																											
Génotype :	D//d , B//b		D//d , B//b																																																											
Gamètes :	D/,B/ ¼ ; D/,b/ ¼ d/,B/ ¼ ; d/,b/ ¼		D/,B/ ¼ ; D/,b/ ¼ d/,B/ ¼ ; d/,b/ ¼																																																											
γ° \ γ°	D/,B/ ¼	D/,b/ ¼	d/,B/ ¼	d/,b/ ¼																																																										
D/,B/ ¼	D//D , B//B [D,B] 1/16	D//D, B//b [D,B] 1/16	D//d , B//B [D,B] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16																																																										
D/,b/ ¼	D//D , B//b [D,B] 1/16	D//D, b//b [D,b] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16	D//d , b//b [D,b] 1/16																																																										
d/,B/ ¼	D//d , B//B [D,B] 1/16	D//d , B//b [D,B] 1/16	d//d , B//B [d,B] 1/16	d//d , B//b [d,B] 1/16																																																										
d/,b/ ¼	D//d , B//b [D,B] 1/16	D//d , b//b [D,b] 1/16	d//d , B//b [d,B] 1/16	d//d , b//b [d,b] 1/16																																																										

Exercice 2 (5 pts)		
1	Comparaison : - la concentration du nitrate dans l'eau du puits P₁ est inférieure à celle de la norme d'eau potable alors que cette concentration est supérieure à la norme dans les autres puits. - dans les eaux des puits P₁, P₂ et P₃ le nombre des coliformes fécaux dépasse la norme d'eau potable, alors que les eaux du puits P₄ restent dans la norme (absence des coliformes fécaux) - dans les eaux des quatre puits le nombre des streptocoques fécaux dépasse la norme d'eau potable Déduction : les eaux des quatre puits étudiés sont polluées donc imbuables par l'homme (non potable)	0.25 pt 0.25 pt 0.25 pt 0.5 pt
2	Calcul du rapport CF/SF : P₁→ 0,0003 P₂→ 0,006 P₃→ 0,02 P₄→ 0 Déduction : le rapport calculé pour les quatre puits est inférieur à 0,7 ce qui juge l'origine animale (et non humain) des CF et SF détectées dans les eaux des puits étudiés	0.5 pt 0.5 pt
3	Explication de la pollution des eaux souterraines de la région M'nasra : Utilisation intensive du fumier des bovins → enrichissement du sol par l'ammoniac → transformation de l'ammoniac en nitrate au niveau du sol → infiltration du nitrate sous l'action des eaux de pluies vers les eaux souterraines → augmentation de la concentration du nitrate et pollution des eaux souterraines de M'nasra	1.25 pts
4	Description de la variation de la teneur en nitrate des eaux souterraines en fonction des pratiques agricoles : - dans le sol non cultivé et le sol cultivé en rotation avec la fèverole, la concentration en nitrates des eaux souterraines est inférieure à 50mg/L (reste dans la norme de potabilité) - la fertilisation du sol par le fumier des bovins engendre une forte augmentation de la teneur en nitrate des eaux souterraines qui atteint 120 mg/L (dépasse la norme de potabilité) - l'arrêt de l'utilisation du fumier de bovins dans la fertilisation de sol est accompagné par une diminution progressive de la teneur en nitrate des eaux souterraines qui se rapproche de la norme de potabilité. Proposition d'une solution appropriée pour l'amélioration de la qualité des eaux souterraines de M'nasra : La culture de la fève en alternance avec d'autres cultures et la rationalisation de l'utilisation du fumier des bovins comme fertilisant du sol de la région M'nasra.	0.5 pt 0.25 pt 0.25 pt 0.5 pt

Exercice 3 (5 pts)

1	Deux indices montrant que la région de Karakorum a subi des contraintes tectoniques compressives : - Karakorum se trouve dans une zone de confrontation de deux plaques ; - présence de failles inverses ; - présence de chevauchements. Deux indices indiquant une collision précédée d'une subduction : - présence des migmatites à l'entour des roches métamorphiques ; - présence d'une suture ; - présence des granitoïdes.	0.5 pt 0.5 pt
2	Description des variations minéralogiques lors du passage du paragneiss au gneiss : Diminution de l'abondance de la biotite, disparition du disthène et apparition de la sillimanite	0.75pt
3	Conditions de pression et de température permettant la formation des deux roches R₁ et R₂ : - La roche R₁ : haute pression (environ 1.1 GPa) et moyenne température (environ 750°C) - La roche R₂ : basse pression (environ 0.4 GPa) et moyenne température (environ 650°C)..... <i>Les valeurs très proches de celles indiquées ci-dessus doivent être acceptées (T → ± 20°C ; P → ± 0.2 GPa).</i> Explication des variations minéralogiques : La remontée de la roche R₁ (diminution de la profondeur) → forte diminution de la pression (1.1 GPa à 0.4 GPa) avec légère diminution de la température → disparition du disthène et l'apparition de la sillimanite.	0.25 pt 0.25 pt 0.75 pt
4	Restitution de l'histoire géologique de la chaîne Karakorum avec précision de la genèse du gneiss : - à -100MA : déroulement d'une subduction de la lithosphère océanique sous la lithosphère continentale du Karakorum et d'une subduction intra-océanique sous l'effet des contraintes tectoniques compressives - à -85MA : blocage de la subduction sous la lithosphère continentale du Karakorum et collision entre le bloc rocheux magmatique avec le Karakorum. Cette collision est accompagnée par des déformations tectoniques et formation des granitoïdes - à -45MA : blocage de la subduction intra-océanique et fermeture de l'ancien océan avec collision entre le continent indien et Karakorum. Cette collision est accompagnée par l'enfouissement des roches préexistantes et formation du paragneiss (R₂) à la profondeur dans des conditions de haute pression et moyenne température - à -10MA : la poursuite des contraintes tectoniques compressives a engendré la formation de la chaîne de montagnes de Karakorum avec des chevauchements et une remontée du Paragneiss et sa transformation au Gneiss, sous une basse pression et moyenne température, à faible profondeur	0.5 pt 0.5 pt 0.5 pt 0.5 pt

