

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية – خيار فرنسية
الدورة الاستدراكية 2016
- الموضوع -

ⵜⴰⴳⴷⴰⵏⵜ ⵏ ⵎⴰⴳⴷⴰⵏⵜ
ⵜⴰⴳⴷⴰⵏⵜ ⵏ ⵎⴰⴳⴷⴰⵏⵜ
ⵏ ⵎⴰⴳⴷⴰⵏⵜ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني

المركز الوطني للتقويم
والامتحانات والتوجيه

RS34F

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

Il n'est pas permis d'utiliser la calculatrice

Première partie : restitution des connaissances (5 pts)

I. Définissez les notions suivantes :(1pt)

- Effet de serre.
- Eutrophisation.

II. Citez : (1pt)

- 1- Deux domaines d'utilisation des substances radioactives.
- 2- Deux procédures permettant la valorisation de la matière organique des déchets ménagers.

III. Pour chacune des données numérotées de 1 à 4, une seule proposition est correcte. **Recopiez** les couples suivants, et **choisissez** pour chaque couple la lettre correspondante à la proposition correcte.(2 pts)
(1 ; ...); (2 ; ...); (3 ; ...); (4 ; ...)

<p>1- L'infiltration du lixiviat dans le sol provoque :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. la production du méthane. b. l'effet de serre. c. les pluies acides. d. la pollution des nappes phréatiques. 	<p>4- Le tri des déchets est une opération qui se déroule selon les étapes suivantes :</p> <p>E₁ : transport des colis de déchets triés vers les unités de recyclage. E₂ : collecte des déchets. E₃ : tri des déchets à la maison. E₄ : déchargement des déchets au niveau des centres de tri. E₅ : tri au niveau des centres de tri.</p> <p>La succession de ces étapes est :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. E₃ → E₂ → E₄ → E₅ → E₁. b. E₃ → E₅ → E₄ → E₁ → E₂. c. E₃ → E₄ → E₁ → E₂ → E₅. d. E₃ → E₁ → E₂ → E₅ → E₄.
<p>2- L'augmentation de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre résulte de l'utilisation de l'énergie :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. éolienne. b. fossile. c. géothermique. d. hydraulique. 	
<p>3- Le contrôle de la qualité des milieux aquatiques se base sur :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. l'indice biotique IBQS. b. les indices DCO et DBO5. c. la concentration du méthane. d. la densité de la macroflore. 	

IV. Recopiez le numéro de chacune des propositions suivantes, puis **écrivez** « vrai » ou « faux » .(1 pt)

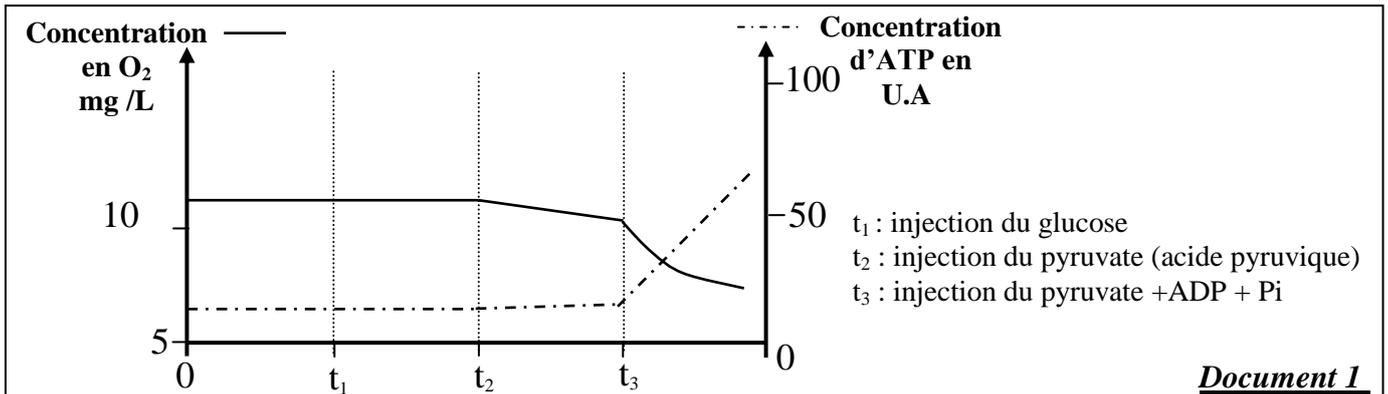
- 1- La désintégration des noyaux atomiques des substances radioactives s'accompagne par la production d'une énergie exploitable.
- 2- Les activités agricoles et industrielles excessives participent à la stabilité du taux atmosphérique du dioxyde de carbone.
- 3- Les pluies acides résultent de l'augmentation du taux des oxydes d'azote et des oxydes de soufre dans l'atmosphère.
- 4- L'amincissement de la couche d'ozone résulte de la réaction de l'ozone avec le dioxyde de carbone.

Deuxième partie : Exploitation des documents (15 pts)

Sujet 1 (5 pts)

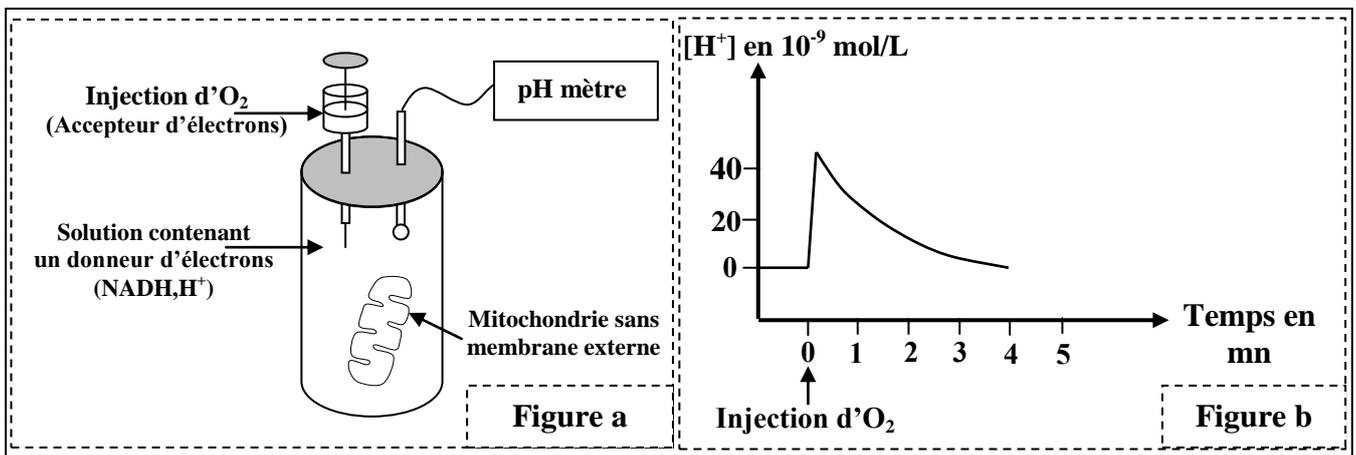
Pour déterminer la relation entre les réactions qui aboutissent à la consommation du dioxygène et à la production de l'ATP au niveau de la mitochondrie, on propose les données expérimentales suivantes :

• **Expérience 1** : après l'isolement des mitochondries de cellules vivantes, on les place dans un milieu convenable riche en dioxygène (O_2), puis on suit l'évolution de la concentration du dioxygène consommé et de l'ATP produit dans ce milieu. Le document 1 montre les conditions expérimentales et les résultats obtenus.



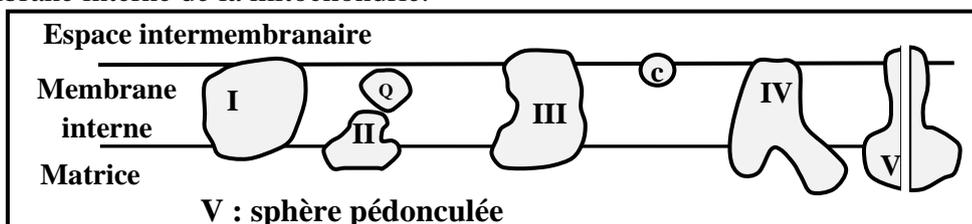
1. **Décrivez** les données du document 1, puis **déduisez** la relation entre la consommation du dioxygène et la production d'ATP au niveau de la mitochondrie. (1pt)

• **Expérience 2** : après l'élimination des membranes externes de mitochondries isolées de cellules vivantes, on les place dans une solution dépourvue du dioxygène et enrichie de donneurs d'électrons ($NADH, H^+$). On suit la variation de la concentration des protons H^+ avant et après l'addition du dioxygène (O_2). Le document 2 donne les conditions et les résultats de cette expérience.



2. **En se basant** sur les données du document 2 et sur vos connaissances, **décrivez** l'évolution de la concentration des ions H^+ observée au niveau de la figure b du document 2, puis **expliquez** la variation de la concentration des ions H^+ enregistrée directement après l'addition du dioxygène. (1 pt)

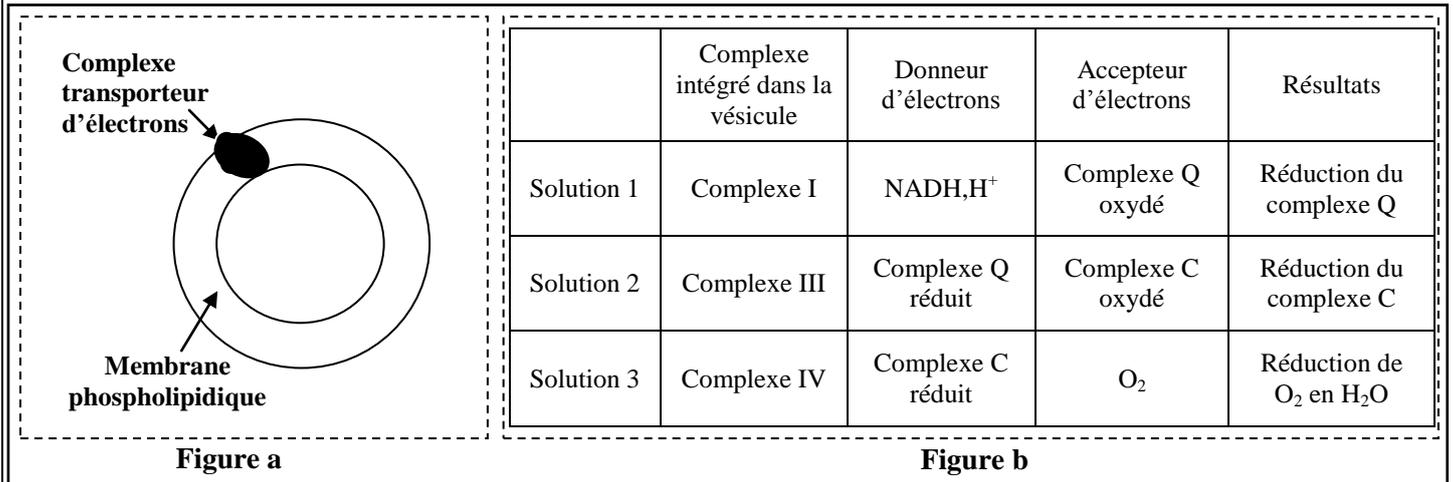
• On trouve au niveau de la membrane interne de la mitochondrie, plusieurs complexes transporteurs d'électrons (complexe I, II, III, IV, Q et C). Le document 3 montre l'emplacement de ces complexes au niveau de la membrane interne de la mitochondrie.



• **Expérience 3** : réalisée selon les étapes suivantes :

- On Isole les complexes protéiques I, III et IV (représentés sur le document 3) de la membrane interne d'une mitochondrie ;
- On intègre chaque complexe protéique isolé dans une vésicule fermée semblable à la membrane interne de la mitochondrie mais dépourvues de protéines. La figure a du document 4 représente une vésicule obtenue après traitement.
- On met chaque vésicule traitée dans une solution riche en donneur d'électrons propre au complexe protéique intégré dans la vésicule utilisée.

La figure b du document 4 résume les résultats obtenus après l'addition d'accepteur d'électrons propre à chaque complexe protéique intégré.

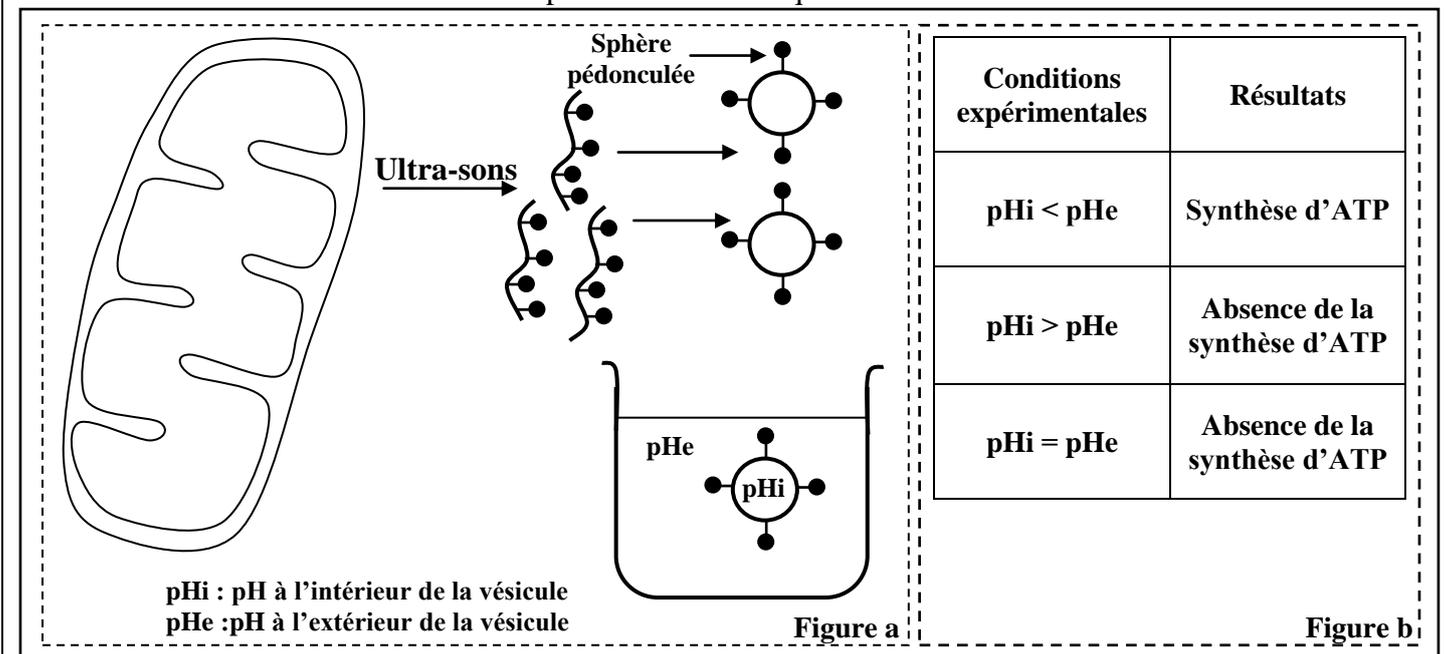


Document 4

3. En utilisant les données des documents 3 et 4 :

- Décrivez** les réactions qui ont eu lieu au niveau des solutions 1, 2 et 3. (0.75 pt)
- Déduisez** le rôle des complexes protéiques I, III et IV dans les réactions qui aboutissent à la consommation du dioxygène au niveau de la mitochondrie.(0.5 pt)

• **Expérience 4** : on soumet des mitochondries isolées à l'action des ultra-sons pour fragmenter leurs membranes internes et former des vésicules fermées portant des sphères pédonculées dirigées vers l'extérieur (voir figure a du document 5). On place ensuite ces vésicules dans des solutions contenant une quantité convenable d'ADP et de Pi, et qui diffèrent par leur pH. Le tableau de la figure b du document 5 résume les conditions expérimentales ainsi que les résultats obtenus.



Document 5

4. **En exploitant** le document 5, **déterminez** la condition principale nécessaire à la synthèse d'ATP au niveau de la mitochondrie. **Justifiez** votre réponse. (1 pt)
5. **En se basant** sur vos réponses précédentes, **montrez** la relation entre les réactions de consommation du dioxygène et la synthèse d'ATP au niveau de la mitochondrie. (0.75 pt)

Sujet 2 (5 pts)

Pour déterminer l'origine d'une mutation et le mode de transmission d'un allèle mutant chez deux types d'êtres vivants, on propose l'exploitation des données suivantes:

I- Afin de déterminer l'origine de la résistance d'une souche de bactéries Pa (*Pseudomonas aeruginosa*) à un type d'antibiotique nommé macrolides, on propose l'exploitation des observations suivantes :

- Après l'infiltration des macrolides à l'intérieur des bactéries Pa, ces molécules se fixent sur les ribosomes, ce qui inhibe la synthèse de certaines protéines indispensables à la multiplication de ces bactéries. Le document 1 représente la concentration des macrolides (en unités arbitraires) à l'intérieur et à l'extérieur de deux souches de bactéries Pa : une souche sauvage et une souche mutante, placées dans un milieu contenant la même concentration de ces antibiotiques.
- Les bactéries Pa possèdent une protéine membranaire nommée MexAB-OprM qui joue le rôle d'une pompe qui rejette les macrolides à l'extérieur des bactéries Pa. Le document 2 présente la concentration de cette protéine membranaire chez les deux souches bactériennes Pa étudiées.

	Souche sauvage	Souche mutante
Concentration des macrolides à l'intérieur de la bactérie en U.A	17	4
Concentration des macrolides à l'extérieur de la bactérie en U.A	3	16

Document 1

	Souche sauvage	Souche mutante
Nombre de pompes MexAB-OprM	faible	élevé

Document 2

1. **A partir** de la comparaison des résultats indiqués sur les documents 1 et 2, **expliquez** la résistance de la souche mutante aux macrolides.(1 pt)

- La protéine Mex.R inhibe la synthèse d'une grande quantité de la protéine MexAB-OprM. Le document 3 présente une partie du brin non transcrit du gène qui contrôle la synthèse de la protéine Mex.R chez les deux souches sauvage et mutante, alors que le document 4 représente un extrait du code génétique.

		Sens de lecture →								
		107	108	109	110	111	112	113	114	115
Souche sauvage :		CAT	GCG	GAA	GCC	ATC	ATG	TCA	TGC	GTG
Souche mutante :		CAT	GCG	GAA	GCC	ATC	ATG	TCA	TGA	GTG

Document 3

Codons	GUG	UGC	CAU	GCG	ACU	UCA	GAG	AUG	UGA	AUC
	GUA	UGU	CAC	GCC	ACC	UCG	GAA		UAG	AUA
Acides aminés	Val	Cys	His	Ala	Thr	Ser	Glu	Met	Non sens	Ile

Document 4

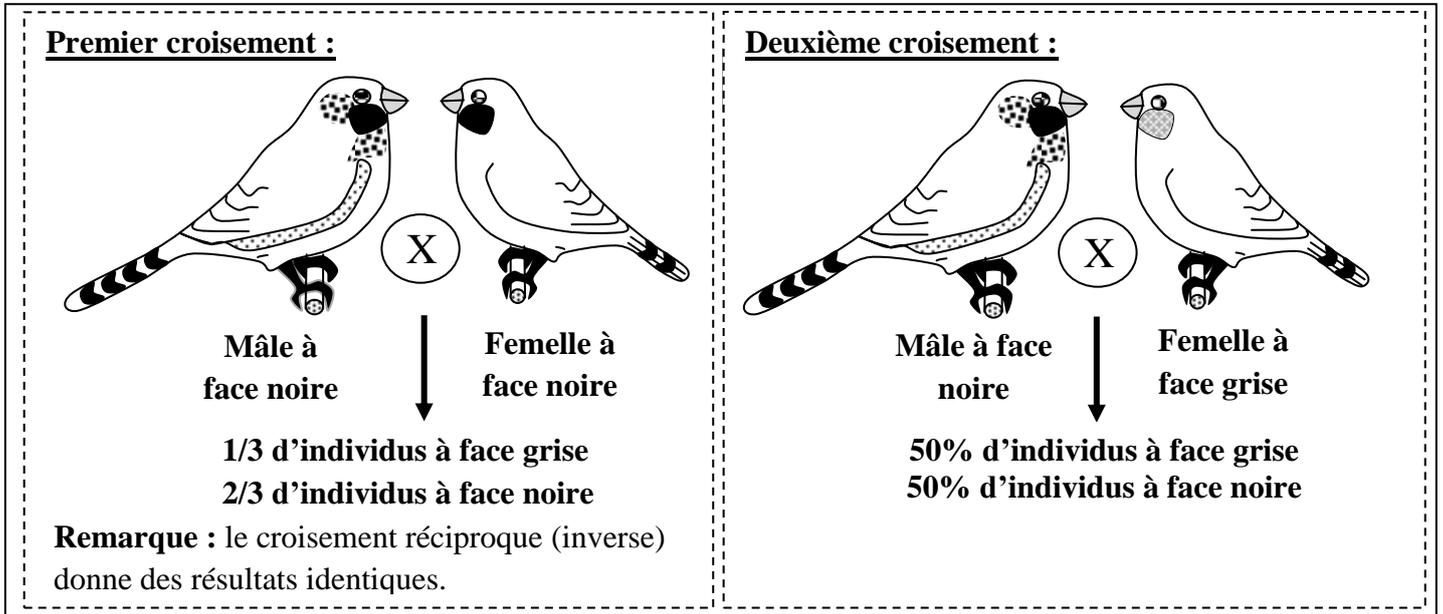
2. **En utilisant** les données des documents 3 et 4, **déterminez** la séquence des acides aminés correspondante à chaque partie du gène contrôlant la synthèse de la protéine Mex.R chez les deux souches bactériennes étudiées, et **expliquez** l'origine héréditaire de la résistance observée chez la souche mutante. (1.5 pts)

II- On cherche à comprendre le mode de transmission d'un allèle mutant chez le Diamant Mandarin (espèce d'oiseau): Un aviculteur (éleveur d'oiseaux) a réalisé deux croisements entre des individus de phénotypes suivants:

- Un phénotype sauvage à face grise.
- Un phénotype mutant à face noire.

Utiliser les symboles B et b pour les deux allèles sauvage et mutant.

Le document 5 représente les résultats obtenus pour chaque croisement :



Document 5

3.a- En utilisant les résultats du premier croisement, **déterminez** le mode de transmission du caractère "couleur de la face" chez ces oiseaux. (1pts)

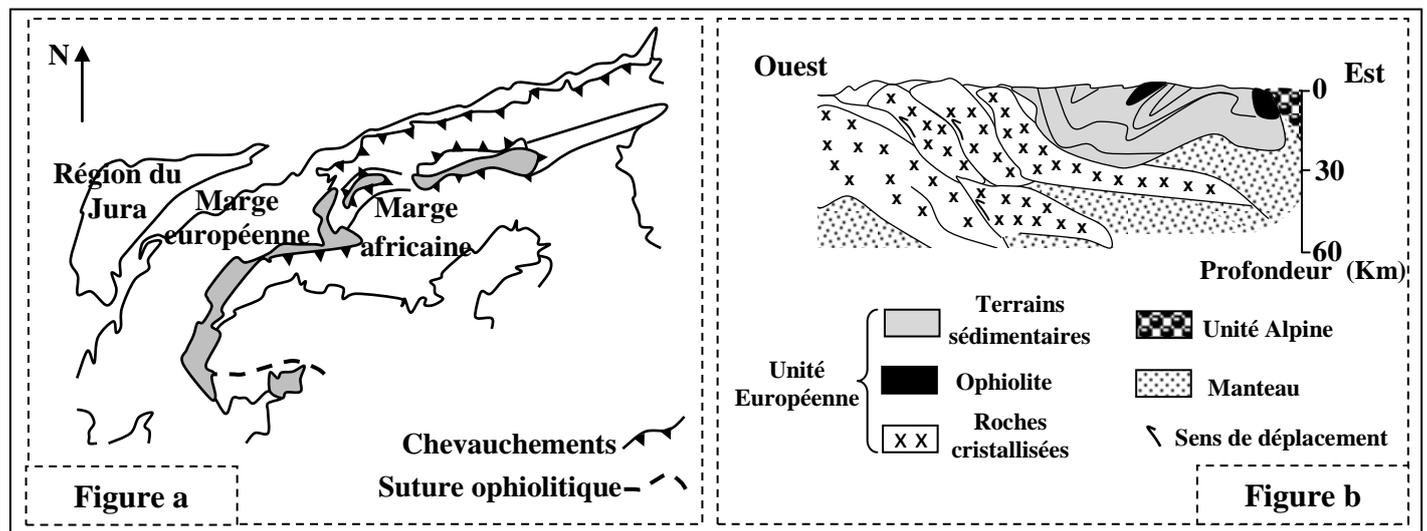
b- **Déduisez** le génotype des individus ayant le phénotype sauvage et des individus ayant le phénotype mutant. (0.5pt)

4. **Donnez** l'interprétation chromosomique du premier et du deuxième croisement. **Justifiez** votre réponse par un échiquier de croisement (1 pt)

Sujet 3 (5 pts)

Pour étudier certains phénomènes géologiques accompagnant la formation des chaînes de montagne, on propose l'exploitation des données suivantes :

- La figure a du document 1, représente une carte géologique d'une région de la chaîne alpine franco-italienne.
- La figure b du même document montre une coupe géologique de la même région représentée dans la figure a.



Document 1

1. **Relevez** du document 1, les indices de la disparition d'un ancien océan, et de l'affrontement de la plaque africaine avec la plaque européenne. (0.75 pt)

• Au voisinage des roches ophiolitiques de la région alpine étudiée, on constate l'affleurement d'autres roches de type métamorphique, tel que le métagabbro, l'éclotite et le schiste. Pour déterminer l'origine et les conditions de formation de ces roches métamorphiques, une étude minéralogique à été réalisée sur cinq échantillons (de E₁ à E₅) de roches appartenant à la région étudiée. Le tableau du document 2 résume les résultats obtenus.

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
Pyroxène	+	+	+	-	-
Plagioclase	+	+	+	+	+
Épidote	-	+	+	-	+
Glaucophane	-	-	+	+	-
Grenat	-	-	-	+	-
Hornblende	+	-	-	-	+
Jadéite	-	-	-	+	-

2- **Comparez** la composition minéralogique de :(1.5 pt)

- l'échantillon E₁ et l'échantillon E₂.
- l'échantillon E₃ et l'échantillon E₄.
- l'échantillon E₄ et l'échantillon E₅.

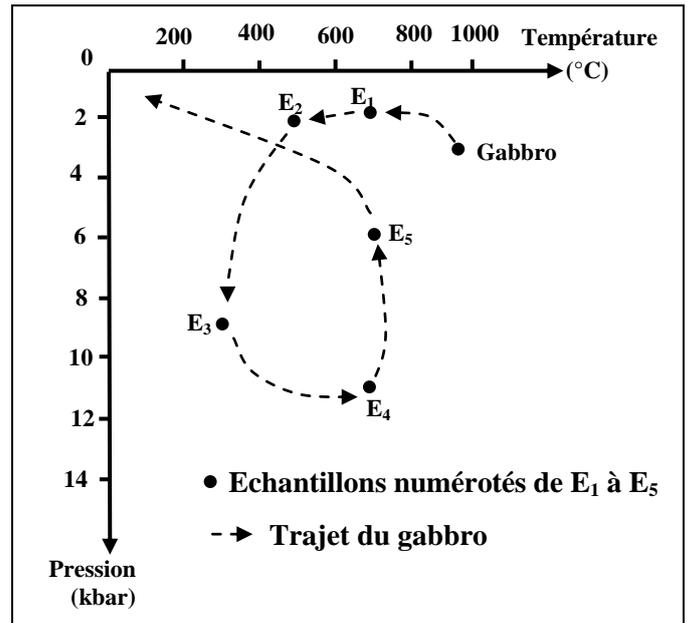
Document 2

• Des géologues ont remarqué la présence d'une grande ressemblance dans la composition chimique du gabbro et des échantillons rocheux étudiés. Le document 3 traduit le trajet d'évolution du gabbro et l'emplacement de ces échantillons rocheux sur ce même trajet.

3.a- **Déterminez** les conditions de pression et de température régnantes lors de la formation du Gabbro et des échantillons E₃ et E₄, puis **déduisez** le type de métamorphisme responsable de la formation de ces deux échantillons E₃ et E₄. (1.25 pt)

b- **En se basant** sur les données précédentes et vos connaissances, **déterminez** les deux phénomènes géologiques responsables de la formation de chacun des deux échantillons E₃ et E₄. (0.5 pt)

4. **A partir** de vos réponses précédentes, **déterminez** les étapes de formation de la chaîne alpine Franco-italienne.(1 pt)



Document 3

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية – خيار فرنسية
الدورة الاستدراكية 2016
- عناصر الإجابة -

RR34F

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني

المركز الوطني للتقويم
والامتحانات والتوجيه

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	- Effet de serre : phénomène naturel qui aboutit au réchauffement de la terre. - Eutrophisation : phénomène négatif lié à la prolifération excessive des algues à la surface des eaux suite à leur enrichissement en substances minérales et organiques.....	0.5 pt 0.5 pt
II	1- Diagnostic des maladies : domaine médical. - Production de l'énergie : station nucléaire. - Stérilisation des aliments. 2- Incinération - Production du biogaz - Compostage. (deux propositions)	0.5 pt 0.5 pt
III	QCU : (1,d) ; (2,b) ; (3,b) ; (4,a)(4×0.5)	2 pts
IV	Vrai ou faux : 1-vrai 2-faux 3- vrai 4-faux(4×0.25)	1 pt
Deuxième partie (15 pts)		
sujet 1 (5 pts)		
1	- Avant l'injection du pyruvate, on constate une stabilité de la concentration d'O ₂ à une valeur maximale et la concentration de l'ATP à une valeur minimale..... - Après l'addition du pyruvate, la concentration d'O ₂ diminue légèrement, en même temps on enregistre une légère augmentation de la concentration de l'ATP. - Après l'addition du pyruvate et d'ADP et de Pi, on observe une diminution progressive de la concentration d'O ₂ et une augmentation progressive de la concentration de l'ATP. - Déduction : la production de l'ATP au niveau de la mitochondrie est liée à une consommation d'O ₂	0.25 pt 0.25 pt 0.25 pt 0.25 pt
2	- Description des résultats : - avant l'addition d'O ₂ , la concentration des H ⁺ au milieu extérieur a été nulle. - Après l'addition d'O ₂ , on constate une augmentation rapide de la concentration des H ⁺ dans la solution jusqu'à atteindre une valeur d'environ 45.10 ⁻⁹ mol/L. - Après environ 20s, on observe une diminution progressive de la concentration de H ⁺ jusqu'à rétablissement de la valeur initiale après 4 min. - Explication des résultats : - L'augmentation de la concentration des H ⁺ dans la solution, observée directement après l'addition d'O ₂ , est due à la sortie des H ⁺ résultant de l'oxydation des donneurs des électrons à travers la membrane interne des mitochondries.	0.5 pt 0.5 pt

3	<p>a- Description des réactions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la solution 1 : oxydation des NADH,H⁺ au niveau du complexe I ce qui induit la réduction du complexe Q. - la solution 2 : oxydation du complexe Q réduit par le complexe III, ce qui permet la réduction du complexe C. - la solution 3 : oxydation du complexe C réduit par le complexe IV, ce qui permet la réduction d'O₂ en H₂O. <p>b- Les complexes de la membrane interne de la mitochondrie interviennent dans une série de réactions d'oxydo-réduction → transfert des électrons du donneur NADH,H⁺ vers l'accepteur final O₂ → réduction de O₂ en H₂O.</p>	<p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p> <p>0.5 pt</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> - En cas où pH_i < pH_e , c'est à dire [H⁺]_i > [H⁺]_e, on observe une production d'ATP - En cas où pH_i > pH_e , c'est-à-dire [H⁺]_i < [H⁺]_e, on observe une absence de production d'ATP. - En cas où pH_i = pH_e , c'est-à-dire [H⁺]_i = [H⁺]_e, on observe une absence de production d'ATP. <p>On déduit que la production de l'ATP au niveau de la mitochondrie nécessite un gradient d'H⁺ entre l'espace intermembranaire et la matrice.</p>	<p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> - L'oxydation du donneur d'électrons aboutit à la libération des électrons et des protons H⁺. Le transfert des électrons, qui se fait à travers les transporteurs de la chaîne respiratoire, s'accompagne par le passage des H⁺ vers l'espace intermembranaire. - Le reflux des protons de l'espace intermembranaire vers la matrice engendre une énergie électrochimique utilisée pour la synthèse de l'ATP. - L'O₂, en tant qu'accepteur final des électrons, est réduit en H₂O. 	<p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p>
Sujet 2 (5 pts)		
1	<p>Comparaison :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrairement à la souche sauvage, chez la souche mutante la concentration des antibiotiques macrolides dans le milieu extérieur est supérieure à sa concentration dans le milieu intérieur. - la souche mutante contient une quantité de protéine MexAB-OprM plus grande que celle présente chez la souche sauvage. <p>Interprétation :</p> <p>La résistance aux macrolides chez la souche mutante est liée à la concentration élevée de la protéine MexAB.OprM qui assure l'expulsion des macrolides hors des bactéries concernées.</p>	<p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p> <p>0.5 pt</p>
2	<p>- Séquence d'acides aminés correspondante à la partie du gène codant la synthèse de la protéine Mex-R chez la souche sauvage:</p> <p>ARNm : CAU GCG GAA GCC AUC AUG UCA UGC GUG</p> <p>Séquence d'acides aminés : His – Ala – Glu – Ala – Ile – Met – Ser – Cys – Val</p> <p>- Séquence d'acides aminés correspondante à la partie du gène codant la synthèse de la protéine Mex-R chez la souche mutante:</p> <p>ARNm: CAU GCG GAA GCC AUC AUG UCA UGA GUG</p> <p>Séquence d'acides aminés : His – Ala – Glu – Ala – Ile – Met – Ser</p>	<p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p> <p>0.25 pt</p>

	<p>Explication : La résistance aux macrolides est due à une mutation de substitution de G par T au niveau du triplet 114 du brin transcrit de l'ADN → apparition d'un codon non sens (stop) UGA au niveau de l'ARNm → synthèse d'une protéine Mex-R courte et inefficace → absence de l'inhibition de la synthèse de la protéine MexAB-OprM → production d'une grande quantité de la protéine MexAB-OprM → expulsion excessive des macrolides hors de la bactérie → souche bactérienne mutante résistante.</p>	0.5 pt															
3a	<p>Exploitation des résultats du premier croisement : - Cas de monohybridisme : étude de la transmission d'un seul caractère héréditaire. - la descendance du premier croisement est constituée de 2/3 d'individus à face noire et 1/3 d'individus à face grise : + les individus à face noire sont des hybrides avec une dominance de l'allèle responsable de la face noire B sur l'allèle responsable de la face grise b. + il s'agit d'un gène létal. - le croisement réciproque donne les mêmes résultats, donc l'hérédité étudiée est non liée au sexe.....</p>	0.25 pt 0.25 pt 0.25 pt															
3b	<p>Les oiseaux à face grise : b//b Les oiseaux à face noire: B//b</p>	0.25 pt 0.25 pt															
4	<p>Interprétation chromosomique du premier croisement : Parents : mâle × femelle Phénotype : [B] [B] Génotype : B//b B//b Gamètes : 50% B/ ; 50% b/ 50% B/ ; 50% b/ Echiquier de croisement :</p> <table border="1" data-bbox="438 1227 1149 1480"> <thead> <tr> <th>Gamètes</th> <th>B/ 50%</th> <th>b/ 50%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>B/ 50%</th> <td>B//B (létal) [B]</td> <td>B//b [B]</td> </tr> <tr> <th>b/ 50%</th> <td>B//b [B]</td> <td>b//b [b]</td> </tr> </tbody> </table> <p>On obtient 2/3 [B] et 1/3 [b]. les résultats théoriques sont conformes aux résultats expérimentaux.....</p> <p>Interprétation chromosomique du deuxième croisement : Parents : mâle × femelle Phénotype : [B] [b] Génotype : B//b b//b Gamètes : 50% B/ ; 50% b/ 100% b/ Echiquier de croisement :</p> <table border="1" data-bbox="438 1816 1149 1989"> <thead> <tr> <th>Gamètes</th> <th>B/ 50%</th> <th>b/ 50%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>b/ 100%</th> <td>B//b [B]</td> <td>b//b [b]</td> </tr> </tbody> </table>	Gamètes	B/ 50%	b/ 50%	B/ 50%	B//B (létal) [B]	B//b [B]	b/ 50%	B//b [B]	b//b [b]	Gamètes	B/ 50%	b/ 50%	b/ 100%	B//b [B]	b//b [b]	0.5 pt
Gamètes	B/ 50%	b/ 50%															
B/ 50%	B//B (létal) [B]	B//b [B]															
b/ 50%	B//b [B]	b//b [b]															
Gamètes	B/ 50%	b/ 50%															
b/ 100%	B//b [B]	b//b [b]															

	On obtient 50% [B] et 50% [b]. les résultats théoriques sont conformes aux résultats expérimentaux.....	0.5 pt												
sujet 3 (5 pts)														
1	Indices en faveur de la fermeture d'un ancien océan, et de l'affrontement de la plaque africaine et de la plaque européenne : - présence d'ophiolite entre la marge africaine et celle de l'Europe. - présence des déformations tectoniques: plis, failles inverses et chevauchements. - Affrontement de la marge continentale africaine avec la marge continentale européenne.....	0.25 pt 0.25 pt 0.25 pt												
2	Comparaison de la composition minéralogique des échantillons rocheux : a- E ₁ et E ₂ contiennent le pyroxène et le plagioclase, en plus E ₂ contient l'épidote et ne renferme pas l'hornblende..... b- E ₃ et E ₄ sont constitués du plagioclase et du glaucophane, alors que E ₄ est dépourvu du pyroxène et de l'épidote, mais il renferme le grenat et la jadéite. c- E ₄ et E ₅ renferment le plagioclase, alors que E ₅ contient l'épidote et l'hornblende, et il est dépourvu du glaucophane, du grenat, et de la jadéite.....	0.5 pt 0.5 pt 0.5 pt												
3.a-	* Conditions de P et de T de la formation du gabbro, de E₃ et E₄ : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Echantillon</th> <th style="width: 35%;">P(en Kbar)</th> <th style="width: 35%;">T(en°c)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">gabbro</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E₃</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">350</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E₄</td> <td style="text-align: center;">11.2</td> <td style="text-align: center;">670</td> </tr> </tbody> </table> Les valeurs très proches de celles indiquées dans le tableau doivent être acceptées (T → ± 20°C, P → ± 0.2Kbar). * Conclusion : - E ₃ → métamorphisme dynamique, car la pression est élevée alors que la température est faible. - E ₄ → métamorphisme régional (thermo-dynamique), car la pression et la température sont élevées.	Echantillon	P(en Kbar)	T(en°c)	gabbro	3	1000	E ₃	9	350	E ₄	11.2	670	0.75 pt 0.25 pt 0.25 pt
Echantillon	P(en Kbar)	T(en°c)												
gabbro	3	1000												
E ₃	9	350												
E ₄	11.2	670												
3.b-	Phénomènes géologiques à l'origine de la formation de E₃ et E₄ : - E ₃ → subduction (enfouissement du gabbro). - E ₄ → collision de deux compartiments continentaux.	0.25 pt 0.25 pt												
4	- Déplacement du continent africain vers le continent européen avec subduction de la lithosphère océanique sous la lithosphère continentale en rapport avec les forces compressives. - fermeture d'un ancien océan avec conservation d'une structure ophiolitique en rapport avec le phénomène d'obduction. - Collision des deux marges continentales et apparition de structures tectoniques (plis, failles inverses, et chevauchements).	0.5 pt 0.25 pt 0.25 pt												