

Partie II : Raisonnement scientifique et communication écrite et graphique (15 pts)

Exercice 1 (5 pts)

Dans le cadre de l'étude de l'expression et de la transmission de l'information génétique, on présente les données suivantes :

I. L'anémie de Blackfan-Diamond est une maladie héréditaire rare, caractérisée particulièrement par un manque important en globules rouges et en hémoglobine contenue dans ces cellules. Elle est caractérisée aussi par une faiblesse musculaire et des problèmes cardiaques et respiratoires.

Afin de déterminer l'origine génétique de cette maladie, on propose les données suivantes :

- **Donnée 1 :** On mesure la quantité des grandes sous-unités et celle des petites sous unités des ribosomes chez un individu sain et chez un individu malade. La figure (a) du document 1 donne les résultats obtenus. La figure (b) montre l'intervention des ribosomes au cours de la synthèse de l'hémoglobine au niveau des cellules précurseurs des globules rouges chez un individu sain et chez un individu malade.

Quantité des sous-unités des ribosomes (UA)

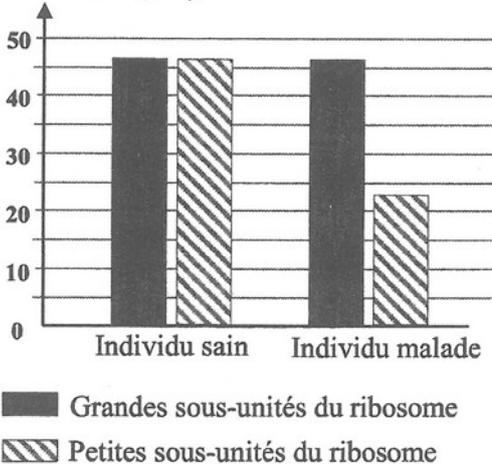


Figure (a)

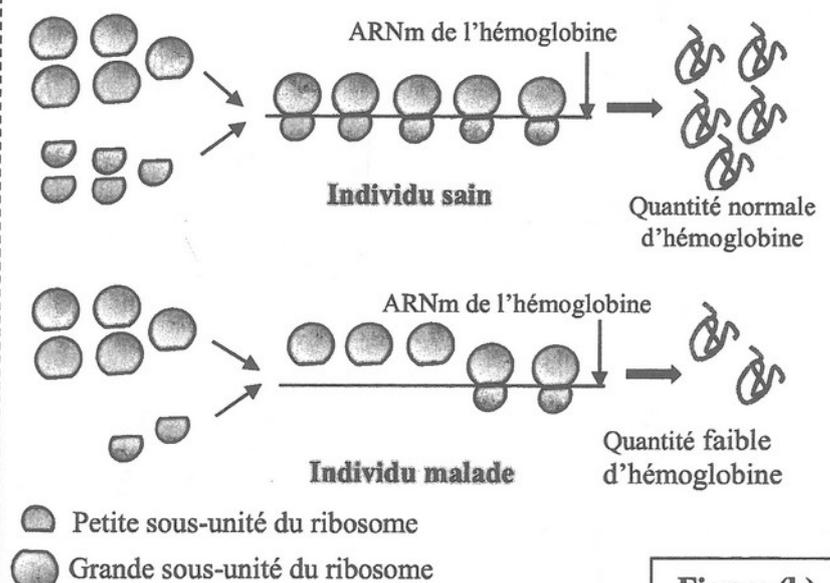


Figure (b)

Document 1

1. En vous basant sur la figure (a) du document 1, comparez la quantité des petites sous unités à celle des grandes sous-unités des ribosomes chez l'individu sain puis chez l'individu malade. Expliquez à partir de la figure (b), le manque en hémoglobine observé chez l'individu malade. (1pt)

- **Donnée 2 :** Les analyses ont montré que les cellules précurseurs des globules rouges chez les personnes malades présentent un déficit dans la production de la protéine RSP19 nécessaire à la formation des petites sous-unités ribosomiques. Les chercheurs ont identifié le gène codant pour cette protéine. Le document 2 présente un fragment du brin non transcrit de l'allèle normal et un autre de l'allèle anormal responsable de la maladie. Le document 3 présente un extrait du code génétique.

Numéros des triplets :

11

15

20

Fragment non transcrit de l'allèle normal

CAGCAGGAGTTCGTCAGAGCCCTAAGAAGA

Fragment non transcrit de l'allèle anormal

CAGCAGGAGTTCCTTCAGAGCCCGAAGAAGA

— Sens de lecture →

Document 2

Codons	CGA	AUA	CAA	CUU	GCU	GUU	GAA	UUU
	AGA	AUU	CAG	CUA	GCC	GUC	GAG	UUC
Acides Aminés	Arg	Ile	Gln	Leu	Ala	Val	Ac.glu	Phe

Document 3

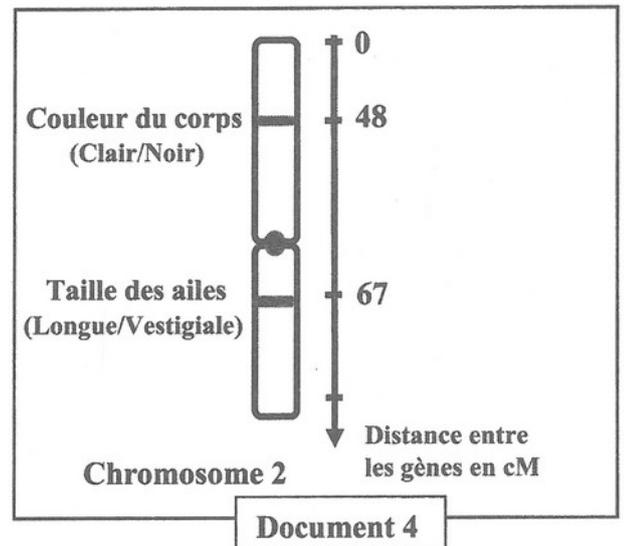
2- En vous basant sur les documents 2 et 3, donnez les séquences d'ARNm et des acides aminés correspondant aux fragments de l'allèle normal et de l'allèle anormal, puis montrez la relation gène - protéine - caractère. (1,5 pts)

II. Afin d'étudier le mode de transmission de deux caractères héréditaires relatifs à la taille des ailes et à la couleur du corps chez la drosophile, on dispose de trois lignées : deux lignées A et B aux ailes longues (vg^+) et à corps clair (b^+) et une lignée C aux ailes vestigiales (vg) et à corps noir (b). On réalise deux croisements.

✓ **Croisement 1** : entre des individus de la lignée A et des individus de la lignée C. La génération obtenue est constituée de drosophiles qui ont toutes des ailes longues et un corps clair.

Le document 4 présente la position relative sur le chromosome 2 des deux gènes (loci) responsables des deux caractères étudiés chez la drosophile.

3- En exploitant les résultats du croisement 1 et les données du document 4, déterminez le mode de transmission des deux caractères étudiés. (0,5 pt)



✓ **Croisement 2** : entre des individus de la lignée B et des individus de la lignée C. La génération obtenue est constituée de :

Deux phénotypes parentaux	Deux phénotypes recombinés
- Drosophiles aux ailes longues et à corps clair	- Drosophiles aux ailes longues et à corps noir
- Drosophiles aux ailes vestigiales et à corps noir	- Drosophiles aux ailes vestigiales et à corps clair

4- En vous basant sur les résultats des deux croisements et sur les données du document 4, donnez les génotypes des trois lignées A, B et C. Justifiez votre réponse. (1 pt)

NB : Utilisez les symboles suivants (vg^+ , vg) pour les allèles du gène responsable de la taille des ailes et (b^+ , b) pour les allèles du gène responsable de la couleur du corps.

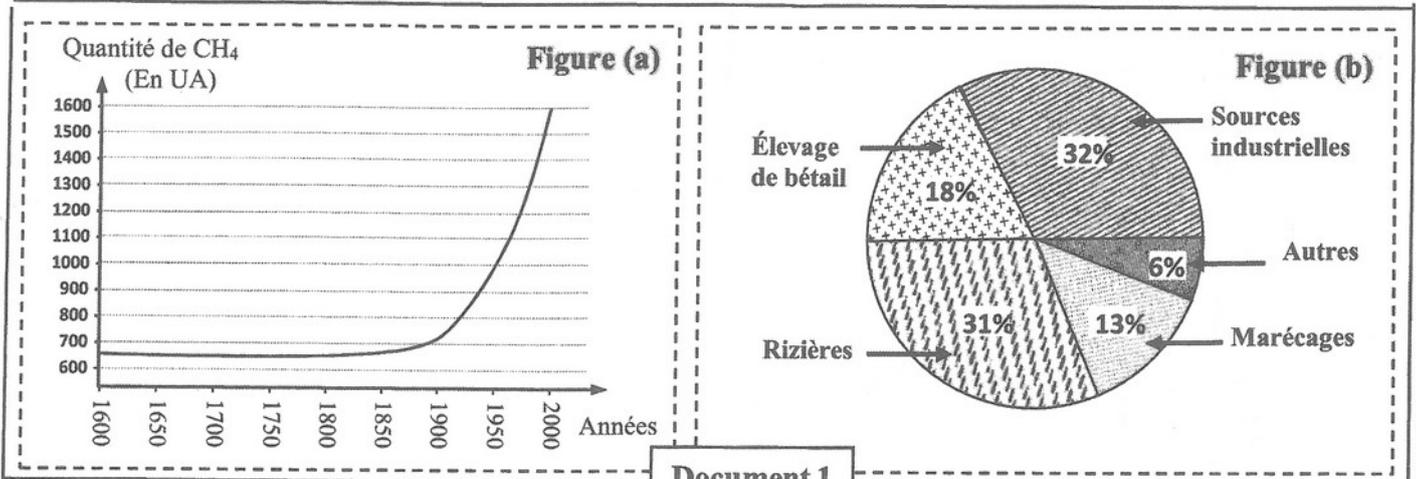
5- En vous basant sur le document 4 et en vous aidant d'un échiquier de croisement, donnez l'interprétation chromosomique du deuxième croisement (lignée B x lignée C) en déterminant les pourcentages attendus des gamètes et des différents phénotypes. (1 pt)

Exercice 2 (5 pts)

La technique de culture de riz dite « Système de Riziculture Intensive » assure une production importante du riz mais elle constitue une source de méthane (un gaz à effet de serre).

Pour comprendre l'impact de cette technique sur l'environnement et proposer des mesures visant à réduire son effet négatif, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1** : Dans plusieurs régions du monde les riziculteurs transforment de grandes superficies de marécages en rizières. C'est ainsi que la superficie de ces marécages a subi une réduction importante entre les années 1800 et 2000. La figure (a) du document 1 présente la variation de la quantité atmosphérique de CH₄ entre les années 1600 et 2000, la figure (b) montre la contribution relative de différentes sources à la production mondiale de CH₄ dans l'atmosphère en 1986 et la figure (c) montre la contribution relative des gaz à effet de serre au réchauffement de l'atmosphère.

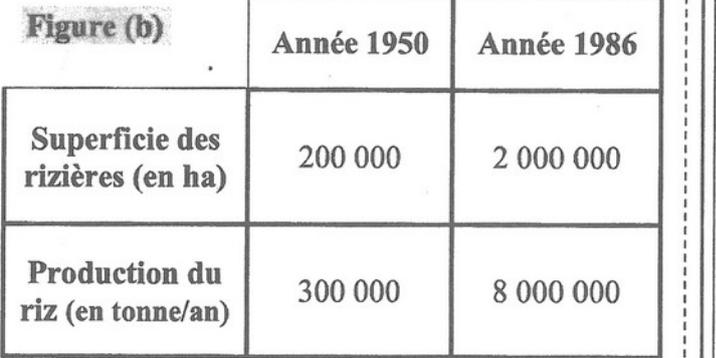
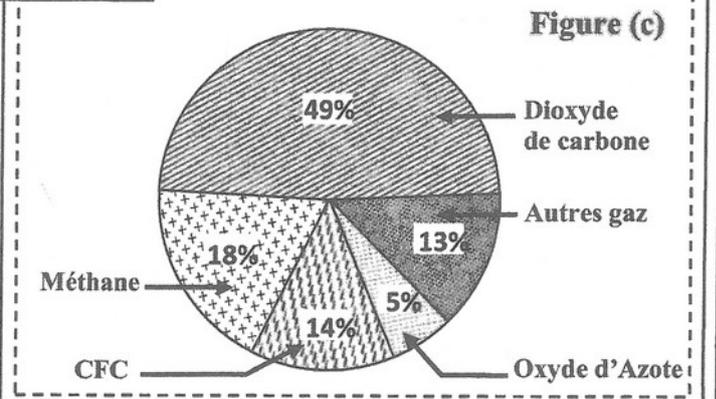


Document 1

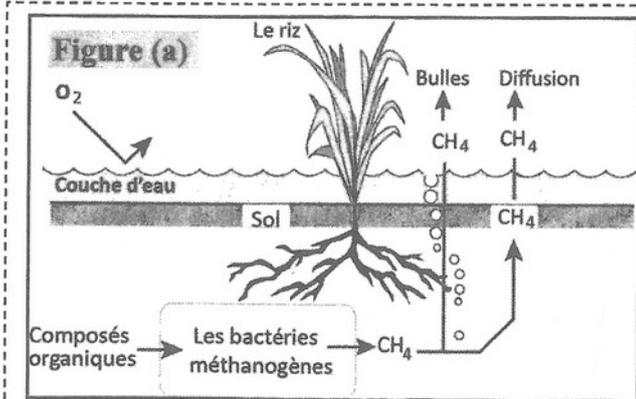
1- En exploitant la figure (a) du document 1, décrivez la variation de la quantité du méthane dans l'atmosphère. (0,5 pt)

2- En exploitant la donnée 1 et les figures (a, b et c) du document 1, montrez la relation entre la riziculture et le réchauffement climatique. (1,25 pt)

• **Donnée 2** : La figure (a) du document 2 montre le processus de formation du méthane par les bactéries dans le sol d'une rizière et la figure (b) montre la superficie des rizières et la production du riz en 1950 et en 1986 à l'échelle mondiale.



Remarque : un hectare de rizière libère en moyenne 0.6 tonnes de méthane par an.



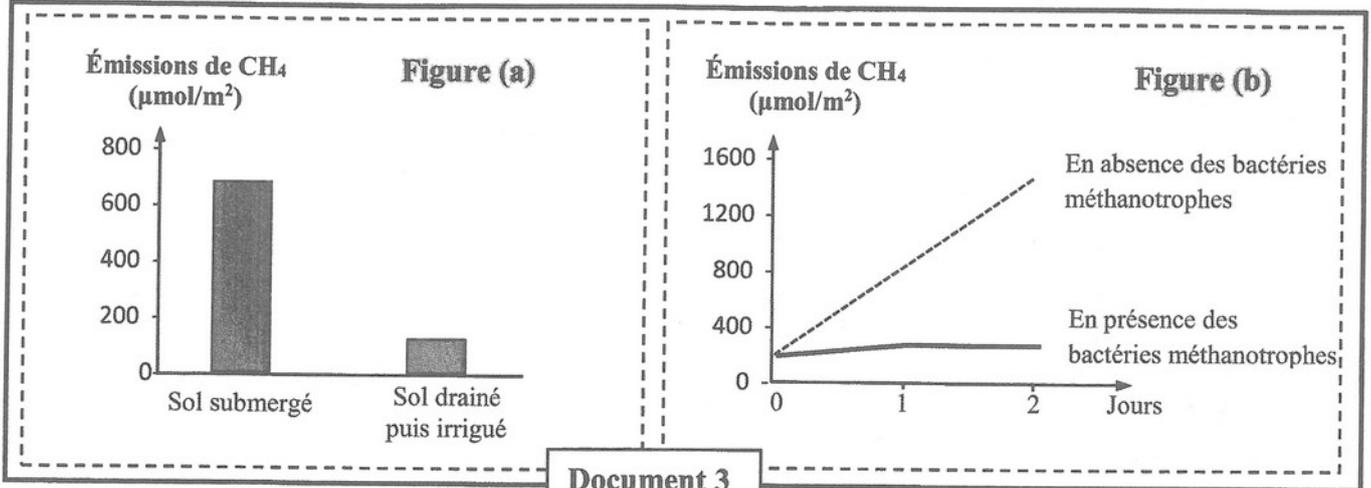
Remarque : *Methanotrix sp* est une bactérie anaérobie méthanogène (produit le méthane), qui se trouve dans le sol des rizières.

Document 2

3- En vous basant sur la figure (a) du document 2, expliquez la formation du méthane dans les rizières. (0,5pt)

4- En vous basant sur la figure (b) du document 2, calculez la quantité de méthane libéré par les rizières en 1950 et en 1986, et expliquez la contribution des rizières dans l'évolution de la quantité de CH₄, observée après 1950 dans le document 1. (1,5pt)

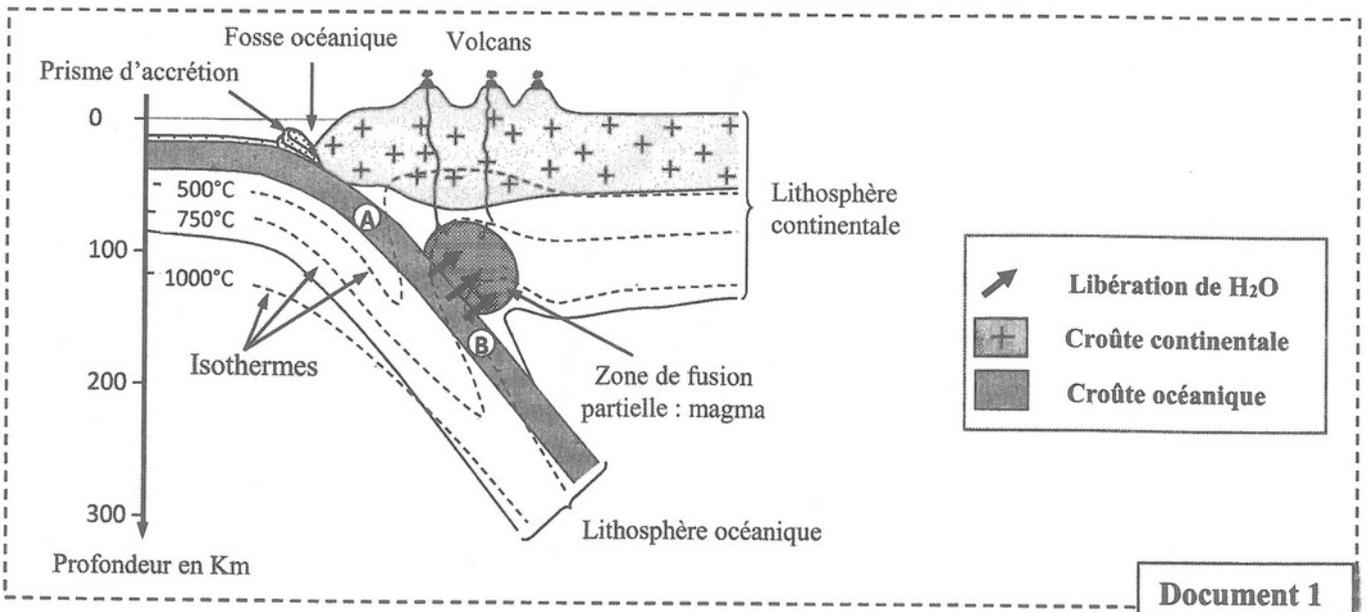
- **Donnée 3** : Afin de trouver des solutions au problème de la pollution liée à la riziculture, on propose l'exploitation du document 3.
- La figure (a) du document 3 présente les résultats de l'étude de l'impact des pratiques d'irrigation sur les émissions de méthane, dans le cas d'un sol submergé (recouvert d'une couche d'eau) et dans le cas d'un sol drainé (élimination de la couche fine d'eau) puis irrigué.
- La méthanotrophie, en présence du dioxygène, permet l'utilisation du méthane par les bactéries méthanotrophes comme source de carbone et d'énergie. La figure (b) du document 3 présente le résultat d'une étude sur la production de méthane en présence et en absence de ces bactéries.



5- En exploitant le document 3, comparez les résultats obtenus lors de chaque étude et proposez deux solutions pour réduire l'impact de la pollution liée à la riziculture. (1.25pt)

Exercice 3 (5 pts)

Au niveau des zones de subduction, on constate un magmatisme important caractérisé par un volcanisme explosif. On admet actuellement que ce magmatisme a pour origine une fusion partielle des péridotites du manteau. Le document 1 montre quelques caractéristiques d'une zone de subduction, la localisation des magmas et l'emplacement de deux roches A et B de la croûte océanique.



1- A partir du document 1, dégagez quatre (4) caractéristiques de la zone de subduction. (1 pt)

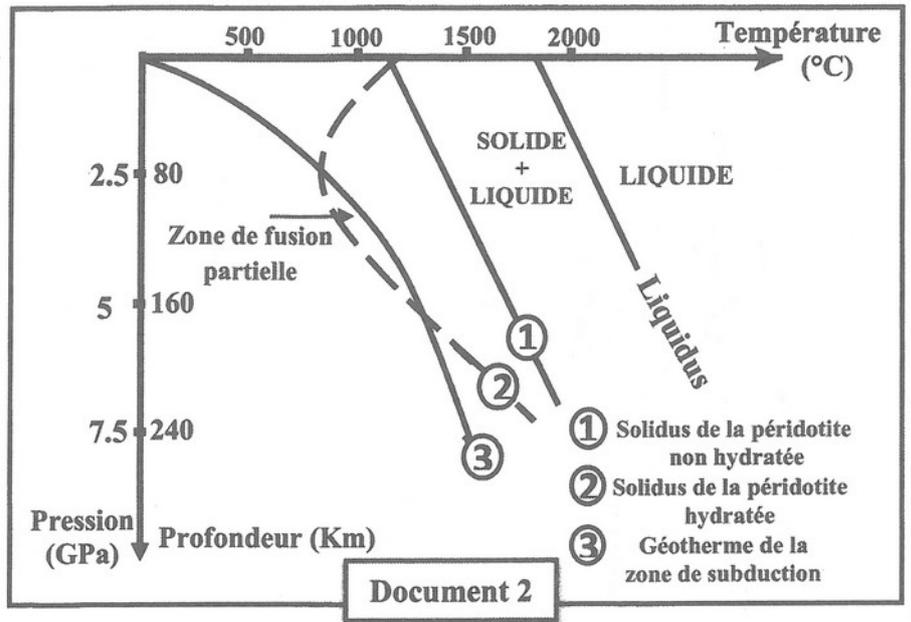
Le document 2 présente :

- les résultats expérimentaux de la fusion de la péridotite en fonction des conditions de température et de pression, dans deux cas :

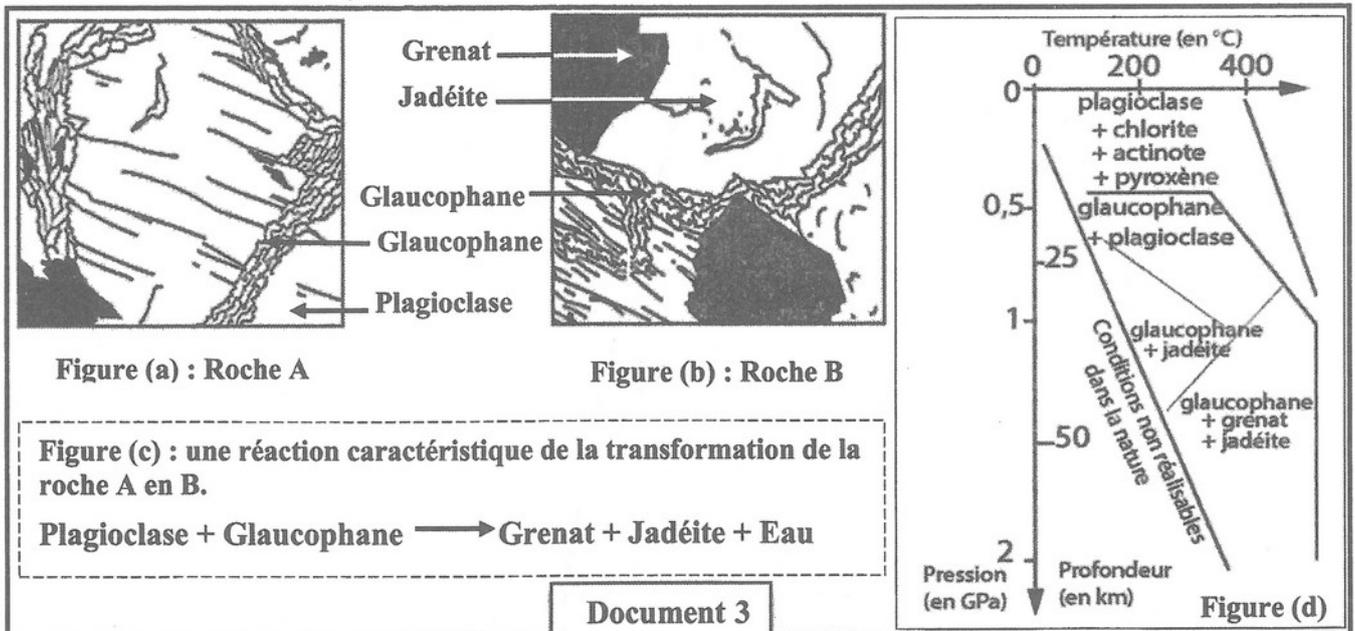
- péridotite non hydratée ① ;
- péridotite hydratée ②.

2- À partir du document 2, comparez les résultats expérimentaux de la fusion partielle de la péridotite et précisez les conditions nécessaires à la fusion partielle de la péridotite. (1 pt)

3- À partir des données du document 1, montrez que les conditions de fusion partielle de la péridotite se réalisent dans la zone de subduction. (1 pt)



Afin de déterminer comment les conditions de la fusion partielle de la péridotite sont-elles réalisées dans la zone de subduction, on donne le document 3 qui présente deux schémas de lames minces (figures a et b), de deux roches A et B dont l'emplacement est indiqué dans le document 1. La figure (c) donne la réaction minéralogique caractérisant le métamorphisme des roches dans cette zone. La figure (d) présente les conditions de stabilité de certains groupements minéraux en fonction de la pression et de la température.



4 - En vous basant sur les figures du document 3, dégagez les conditions de pression et de température de formation des deux roches A et B, et déduisez le type de métamorphisme qui règne dans cette zone, puis montrez la relation entre les transformations que subissent les roches de la lithosphère subduite et la genèse du magma dans la zone de subduction. (2 pts)



2	<p>• L'ARNm et la séquence d'acides aminés correspondantes au :</p> <p>- Fragment de l'allèle normal : ARN_m : CAG CAG GAG UUC GUC AGA GCC CUA AGA AGA</p> <p>Peptide : Gln - Gln - Ac.Glu- Phe- Val -Arg - Ala -Leu - Arg - Arg 0.25</p> <p>- Fragment de l'allèle anormal : ARN_m : CAG CAG GAG UUC UUC AGA GCC CGA AGA AGA</p> <p>Peptide : Gln - Gln - Ac.Glu- Phe- Phe - Arg - Ala - Arg - Arg0.25</p> <p>• Relation gène – protéine – caractère</p> <p>- Deux mutations par substitution au niveau du brin non transcrit : une substitution de G par T au niveau du triplet 15 et une substitution de T par G du triplet 18 0.25 (on accepte le raisonnement, en se basant sur le brin transcrit)</p> <p>- Synthèse de la protéine RSP19 anormale (non fonctionnelle) ce qui diminue la quantité des petites sous-unité ribosomiques 0.25</p> <p>- Formation d'une faible quantité de ribosomes fonctionnels 0.25</p> <p>- Faible production d'hémoglobine dans les globules rouge conduisant à l'apparition de la maladie Blackfan- Diamont (caractère)0.25</p>	1.5pt
3	<p>• Le mode de transmission des deux caractères étudiés :</p> <p>- Le premier croisement a donné une génération homogène de drosophiles à phénotype parental aux ailes longues et à corps clair (dominance complète) :</p> <p>- L'allèle "ailes longues" est dominant vg^+. L'allèle "ailes vestigiales" est récessif vg ; - L'allèle "corps clair" est dominant b^+. L'allèle "corps noir" est récessif b 0.25</p> <p>- Document 4 : Les deux gènes sont portés sur le chromosome n° 2 donc ils sont liés 0.25</p>	0.5pt
4	<p>• Le génotype de la lignée A : $\frac{vg^+ b^+}{vg^+ b^+}$ • Le génotype de la lignée C : $\frac{vg b}{vg b}$ 0.25</p> <p>Justification : les deux parents (A et C) sont de lignée pure selon la première loi de Mendel et les allèles responsables du corps clair et ailes longues sont dominants..... 0.25</p> <p>• Le génotype de la lignée B : $\frac{vg^+ b^+}{vg b}$ 0.25</p> <p>Justification : la lignée C est pure et la descendance du deuxième croisement est constituée de 4 phénotypes. Donc la lignée B est hétérozygote pour les deux gènes 0.25</p>	1pt



• **Interprétation chromosomique des résultats du deuxième croisement :**

Parents :	lignée C	×	lignée B	
Phénotypes :	[vg ; b]		[vg ⁺ ; b ⁺]	
Génotypes :	$\frac{vg}{vg} \frac{b}{b}$		$\frac{vg^+}{vg^+} \frac{b^+}{b^+}$	
Gamètes :	$\frac{vg}{100\%} \frac{b}{100\%}$		$\frac{vg^+}{40.5\%} \frac{b^+}{9.5\%}$; $\frac{vg}{9.5\%} \frac{b^+}{9.5\%}$; $\frac{vg^+}{9.5\%} \frac{b}{40.5\%}$; $\frac{vg}{40.5\%} \frac{b}{9.5\%}$	0.25

Échiquier de croisement : 0.5

Gamètes B \ Gamètes C	$\frac{vg^+}{40.5\%} \frac{b^+}{9.5\%}$	$\frac{vg^+}{9.5\%} \frac{b}{40.5\%}$	$\frac{vg}{9.5\%} \frac{b^+}{9.5\%}$	$\frac{vg}{40.5\%} \frac{b}{9.5\%}$
	$\frac{vg^+}{40.5\%} \frac{b^+}{9.5\%}$ vg b ; 40.5% [vg ⁺ ; b ⁺]	$\frac{vg^+}{9.5\%} \frac{b}{40.5\%}$ vg b ; 9.5% [vg ⁺ ; b]	$\frac{vg}{9.5\%} \frac{b^+}{9.5\%}$ vg b ; 9.5% [vg ; b ⁺]	$\frac{vg}{40.5\%} \frac{b}{9.5\%}$ vg b ; 40.5% [vg ; b]

La descendance du deuxième croisement est constituée de :

- phénotypes parentaux : 40.5% [vg⁺ ; b⁺] et 40.5% [vg ; b] ;
- phénotypes recombinés : 9.5% [vg ; b⁺] et 9.5% [vg⁺ ; b] 0.25

1pt

Exercice 2 (5 pt)

• **Description de la variation de la quantité du méthane**

- 1 - Entre 1600 et 1800, la quantité du CH₄ reste stable à 650 UA 0.25
 - Entre 1800 et 2000, la quantité du CH₄ a subi une augmentation progressive. Elle passe de 650 UA à 1600 UA 0.25

0.5pt

• **Relation entre la riziculture et le réchauffement climatique**

- 2 - Donnée 1 : entre les années 1800 et 2000, la superficie des rizières a subi une augmentation au dépend des marécages 0,25
 - Figure b : les rizières contribuent à la production du méthane à une proportion de 31% 0.25
 - Figure c : le méthane est un gaz à effet de serre qui contribue au réchauffement climatique à une proportion de 18% 0.25
 - Figure a : après l'année 1800, augmentation importante de la quantité de CH₄ en atmosphère 0.25
 - Augmentation des superficies des rizières → augmentation des émissions de méthane → accentuation du réchauffement climatique 0.25

1.25pt

• **Formation du méthane dans les rizières**

3 Culture du riz dans les sols submergés → milieu anaérobie → dégradation anaérobie (fermentation) de la matière organique du sol par les bactéries méthanogènes → libération du méthane (CH₄) 0.5pt

• **Calcul de la quantité de méthane libéré par les rizières en 1950 et en 1986**

- 4 - La quantité de méthane libéré par les rizières en 1950 :
 200 000 x 0.6 = 120 000 tonnes par an 0.25
 - La quantité de méthane libéré par les rizières en 1986 :
 2 000 000 x 0.6 = 1 200 000 tonnes par an 0.25

1.5pt

• **Explication de la contribution des rizières dans l'évolution de la quantité de CH₄, observée après 1950**

- Après 1950, il y a eu une augmentation de la superficie des rizières et de la production du riz → dégagement important de méthane par fermentation → la production de méthane par les rizières est passée de 120 000 tonnes par an en 1950 à 1 200 000 tonnes par an en 1986 (10 fois plus) → contribution à l'augmentation des émissions de méthane à l'échelle mondiale..... 1



5	<p>• Comparaison des résultats obtenus lors de chaque étude</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans le sol submergé, les émissions de CH₄ sont importantes (700 μmol/m²) par rapport à celles du sol drainé puis irrigué (100 μmol/m²) 0.25 - En présence des bactéries méthanotrophes, les émissions de CH₄ restent stables à la valeur 200 μmol/m², 0.25 - En absence des bactéries méthanotrophes, les émissions de CH₄ augmentent considérablement avec le temps. Elles passent de 200 μmol/m² au début de l'étude à 1600 μmol/m² au deuxième jour 0.25 <p>• Deux solutions pour réduire l'impact de la pollution liée à la riziculture :</p> <ul style="list-style-type: none"> - drainage puis irrigation du sol des rizières 0.25 - introduction des bactéries méthanotrophes dans les rizières0.25 	1.25pt
Exercice 3 (5 pts)		
1	<p>• Quatre caractéristiques de la zone de subduction parmi les suivantes (0.25 x 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence d'une fosse océanique - Présence d'un prisme d'accrétion..... - Épaississement de la croûte continentale - Présence d'une activité volcanique explosive - Anomalies thermiques (isothermes déformés) 	1pt
2	<p>• Comparaison</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cas de la péridotite non hydratée : le solidus ne recoupe pas le géotherme de la zone de subduction, donc la péridotite reste à l'état solide 0.25 - Dans le cas de la péridotite hydratée : le solidus recoupe le géotherme de la zone de subduction dans la profondeur situant entre 80 km et 160 km avec une température entre 800°C et 1200°C, donc la péridotite hydratée subit la fusion partielle 0.25 <p>• Les conditions de la fusion partielle des péridotites sont : 0.5</p> <ul style="list-style-type: none"> - la péridotite doit être hydratée (présence de l'eau) ; - une profondeur entre 80 km et 160 km ; - une température entre 800 °C et 1250 °C ; - une pression entre 2.5 GPa et 5 GPa. 	1pt
3	<p>• Ces conditions se réalisent dans la zone de subduction car :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la zone de fusion partielle se situe à une profondeur entre 80 km et 150 km ,0.25 - la zone de fusion partielle se recoupe avec l'isotherme 750°C et l'isotherme 1000°C.....0.25 - la croûte océanique plongeante libère le H₂O0.25 - ce qui conduit à l'hydratation des péridotites0.25 	1pt
4	<p>• Les conditions de pression et de température de formation des deux roches A et B :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la roche A contient deux minéraux (Glaucophane et Plagioclase) : <ul style="list-style-type: none"> ▪ P : de 0.5 GPa à 1.1 GPa ; ▪ T : de 100 °C à 400 °C - la roche B contient trois minéraux (Glaucophane, Jadéite et Grenat) <ul style="list-style-type: none"> ▪ P : supérieur à 1.1 GPa ; ▪ T : de 200 °C à 400 °C <p>Accepter des valeurs proches de celles proposées 0.5</p> <p>• Le type de métamorphisme qui règne dans cette zone :</p> <p>La transformation du groupement (glaucophane et plagioclase) caractérisant la roche A en groupement (Jadéite et Grenat) caractérisant la roche B est le résultat d'une haute pression et une faible augmentation de la température → métamorphisme dynamique 0.5</p> <p>• La relation entre les transformations que subissent les roches de la lithosphère subduite et la genèse du magma :</p> <p>Dans la zone de subduction, l'enfouissement de la lithosphère océanique entraîne une augmentation importante de la pression et une faible augmentation de la température → transformation de la roche A en B par le métamorphisme dynamique → changement de la composition minéralogique avec libération de H₂O et hydratation de la péridotite → fusion partielle de la péridotite et formation du magma caractérisant la zone de subduction..... (0.25 x 4)</p>	2pts