

CONCOURS EXTERNE

DE TECHNICIEN PRINCIPAL DE POLICE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DE LA POLICE NATIONALE

SESSION 2025

BIOLOGIE

Épreuve écrite de connaissances
se rapportant à la spécialité choisie

Durée de l'épreuve : 3 heures - Coefficient : 2 – Note inférieure à 5/20 éliminatoire

AVERTISSEMENT :

Vous devez vous conformer aux consignes qui vous ont été données par le responsable de salle pour cette épreuve.

1. Vous devez obligatoirement et uniquement utiliser **un stylo bille à encre foncée (NOIRE ou BLEUE)**, et conserver la même couleur durant toute l'épreuve.

Il est strictement interdit d'utiliser dans votre copie tout liquide correcteur ou effaceur, stylo à friction, stylo d'une autre couleur (rouge, vert, etc...), stylo plume, crayon à papier, surligneur.

2. Vous êtes autorisé à utiliser comme matériel une calculatrice non alphanumérique non programmable.

3. Cette épreuve comporte deux parties :

- **1 partie de 5 exercices (exercices de 1 à 5)**

- **1 partie de 10 questions à choix multiple (exercice 6)**

NB : Pour la partie composée de questions à choix multiple (QCM) :

- Chaque question comporte une seule bonne réponse

- Chaque question est notée sur 0,5 point

Attention : vous devez reporter sur votre feuille de composition le numéro de la question (N°) puis indiquer votre réponse en reportant la lettre correspondante (A, B, C ou D)

Il vous appartient de répondre avec clarté, pour les deux parties, uniquement sur la copie qui vous a été distribuée en même temps que ce sujet.

4. Il vous appartient de vous assurer que le sujet en votre possession comporte la totalité des pages (13 pages).

**Le sujet est noté sur 60 points dont 2 évalueront la qualité rédactionnelle, la présentation et l'orthographe.
La notation sera exprimée sur 20 points.**

Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, **ni votre nom ou un nom fictif, ni une signature ou un paraphe, ni le nom d'un commissariat ou ville, ni de sigles, ni de modèles de véhicule ainsi que des immatriculations, à l'exception de ceux contenus dans le sujet.**

LE NON-RESPECT DE CES RÈGLES EST SUSCEPTIBLE D'ENTRAÎNER L'ANNULATION DE LA COPIE PAR LE JURY NATIONAL.

Partie 1 : EXERCICE 1 : Génétique (21 points)

Le 21 Juin 2020, un individu masqué a fait irruption dans un bar-tabac de Saint Etienne du Rouvray, et sous la menace d'une arme, s'est fait remettre le contenu de la caisse. Le gérant du bar, a tenté de l'empêcher de fuir et une bagarre s'en est suivie laissant plusieurs indices sur la scène du braquage : sang, cheveux et empreintes digitales que la brigade criminelle a récupérés. Le signalement du portrait de cet individu par le gérant du bar, fait soupçonner à la brigade criminelle un homme de Saint Etienne du Rouvray, déjà connu de la brigade criminelle pour vols et braquages. Mais ce dernier a un frère jumeau et lors de l'interrogatoire de ces deux frères, ils nient tous deux avoir participé au braquage.

Vous êtes saisi(e) par la brigade criminelle et vous devez déterminer :

- 1) Si effectivement c'est bien l'un de ces deux frères qui est l'auteur du braquage
- 2) Lequel de ce frère en est l'auteur.

Ces deux frères sont tous deux atteints du syndrome de la dystrophie oculo-cérébro-rénale de Lowe. Cette maladie génétique a une prévalence de 1 cas pour 500 000 individus. Elle est due à un déficit en phosphatidyl inositol 4,5-biphosphate 5-phosphatase protéine codée par le gène OCRL1 et se caractérise par des anomalies multiples : oculaires (cataracte, glaucome), nerveuses (troubles du comportement), osseuses (fractures) et rénales (insuffisance rénale).

Le gène OCRL1 comporte 24 exons. Le codon initiateur de traduction est localisé dans l'exon 2, en position 216 et le codon terminateur de traduction, dans l'exon 23, en position 2 652 (voir Figure 1).



Figure 1 : Représentation schématique du gène OCRL1.

La taille des 24 exons est de : 1 (203) ; 2 (80) ; 3 (80) ; 4 (39) ; 5 (111) ; 6 (90) ; 7 (121) ; 8 (162) ; 9 (102) ; 10 (115) ; 11 (117) ; 12 (188) ; 13 (112) ; 14 (110) ; 15 (136) ; 16 (111) ; 17 (166) ; 18 (236) ; 18a (24) ; 19 (117) ; 20 (85) ; 21 (128) ; 22 (112) ; 23 (125) ; 24 (2296) pb.

Question 1. A quoi correspondent les exons 1 et 24 ?

Question 2. Quel est le nombre d'acides aminés de la protéine ?

La transmission de la maladie est étudiée via l'arbre généalogique de la famille des 2 suspects (Figure 2).

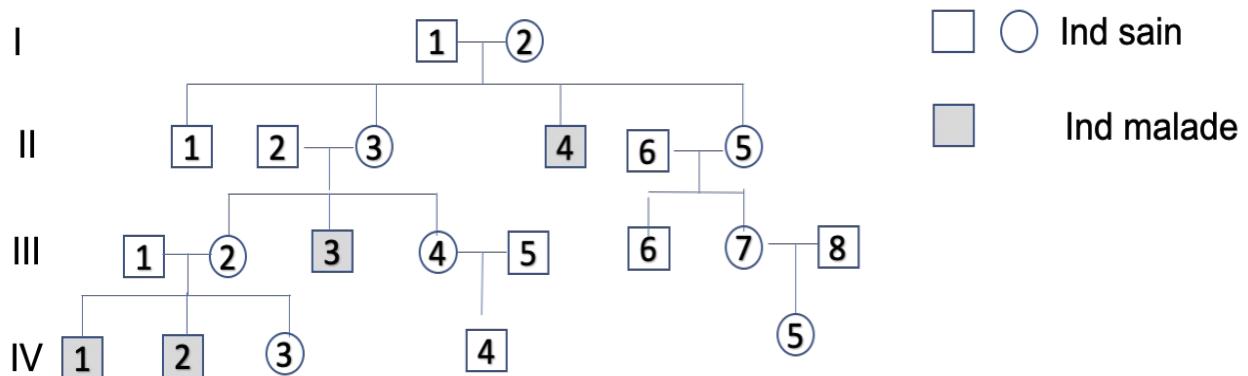


Figure 2 : arbre généalogique : les individus IV-1 et IV-2 sont les frères jumeaux impliqués dans cette enquête.

Question 3. Donnez le mode de transmission de la maladie. Justifier.

Pour rechercher la ou les mutations, on réalise un séquençage total du génome par NGS (séquençage nouvelle génération). Pour cela on extrait l'ADN des 2 individus et on réalise l'analyse.

Question 4. Peut-on utiliser le sang, les cheveux ou les 2 pour extraire de l'ADN et l'utiliser pour la recherche de mutations ? Expliquez.

Question 5. Qu'est-ce qui différencie le séquençage NGS du séquençage Sanger ?

Question 6. Citez un exemple de séquençage de 2^{ème} génération et un exemple de 3^{ème} génération.

L'analyse par séquençage a permis de révéler une mutation affectant les deux frères, localisée dans l'exon 15 du gène OCRL1(Figure 3).

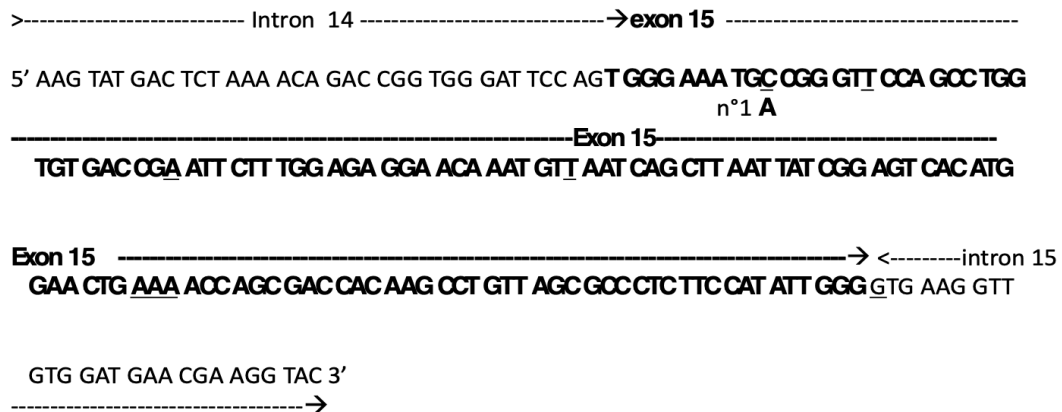


Figure 3 : exon 15 du gène OCRL1

On donne le tableau du code génétique en Figure 4.

		2 ^e base									
		U		C		A		G			
1 ^{ère} base	U	UUU	Phénylalanine (Phe, F)	UCU	Sérine (Ser, S)	UAU	Tyrosine (Tyr, Y)	UGU	Cystéine (Cys, C)	U	
		UUC		UCC			UAC		UGC		C
		UUA	Leucine (Leu, L)	UCA			UAA	STOP	UGA	STOP	A
		UUG		UCG			UAG	STOP	UGG	Tryptophane (Trp, W)	G
	CUU	Leucine (Leu, L)		CCU	Proline (Pro, P)	CAU	Histidine (His, H)	CGU	Arginine (Arg, R)	U	
	CUC		CCC			CAC		CGC			C
	CUA		CCA			CAA	Glutamine (Gln, Q)	CGA			A
	CUG		CCG			CAG		CGG			G
	A	AAU	Isoleucine (Ile, I)	ACU	Thréonine (Thr, T)	AAU	Asparagine (Asn, N)	AGU	Sérine (Ser, S)	U	
		AUC		ACC			AAC		AGC		C
		AUA		ACA			AAA	Lysine (Lys, K)	AGA	Arginine (Arg, R)	A
		AUG	Méthionine (Met, M)	ACG			AAG		AGG		G
G	GUU	Valine (Val, V)	GCU	Alanine (Ala, A)	GAU	Aspartate (Asp, D)	GGU	Glycine (Gly, G)	U		
	GUC		GCC			GAC			GGC		C
	GUA		GCA			GAA	Glutamate (Glu, E)		GGA		A
	GUG		GCG			GAG			GGG		G

Figure 4 : Tableau du code génétique

Question 7. Quel est le type de mutation ?

Question 8. Quel est l'impact de la mutation ?

La mutation provoque la perte de la fonction phosphatasique alcaline. Afin de prouver que l'un de ces deux frères est bien impliqué dans le braquage de ce bar-tabac, vous réalisez à partir des échantillons récupérés (sang et cheveux) : 1) un test enzymatique et 2) un test moléculaire par PCR de l'exon 15 suivi du séquençage des produits PCR.

Question 9. Donnez les séquences des amorces sens et antisens (20 nt) en commençant l'amorce sens au premier nt de la séquence de la figure 3 (5' AAG TAT ...//...) et l'amorce antisens au dernier nt de cette séquence (...//...AGG TAC 3').

Question 10. Donnez le nom, l'objectif, la température (°C) et la durée (sec) des étapes d'1 cycle PCR.

Question 11. Donnez la taille du produit d'amplification (pb) obtenu.

Les résultats obtenus à l'issue de ce test moléculaire par PCR/Séquençage vous permettent d'identifier que les prélèvements récupérés sur le lieu du braquage montrent une concordance parfaite avec l'ADN des deux frères, à savoir qu'ils présentent la mutation n°1 du gène OCRL1. Si ce résultat vous permet de conclure que le braqueur est bien l'un des frères, vous ne pouvez pas néanmoins, déterminer lequel des deux est impliqué dans le braquage.

Pour déterminer lequel des frères est l'auteur du braquage, un collègue vous propose de réaliser un test moléculaire appelé « Codis » pour Combined DNA index System basé sur l'analyse de 13 marqueurs ADN correspondant à 13 régions répétées dont des microsatellites.

La séquence d'un « marqueur » est présentée dans la figure 5 ci-dessous :

```
          10          20          30          40          50          60
5' GTTTC TTTTGGTTAACCTAAATTTTATTTTCATTTTATTGTTTTATTTTATTTTATTTTAT
          70          80          90          100
TTTATTTTGTGTAATCGTAGTTTTCAGAGTGTTAGAGCTGAAAGGA 3'
```

Figure 5 : séquence nucléotique d'un des marqueurs

Question 12. Donnez 2 types de séquences répétées présentes dans un ADN humain.

Question 13. À partir de la figure 5 : Indiquez le type de séquences répétées, la séquence du motif répété et le nombre de répétitions parfaites et contiguës.

La probabilité que 2 individus dans la population mondiale aient le même profil, à savoir les mêmes 13 marqueurs identiques suite à ce test Codis est de 1 chance sur 10^{12} . Malheureusement, les résultats de ce test vous révèlent que les 2 frères présentent le même profil, soit les mêmes 13 marqueurs, ce qui ne vous permet toujours pas de déterminer lequel des deux frères est impliqué dans le braquage

Question 14. Sachant que ces deux frères sont des vrais jumeaux, est-ce que ce résultat vous surprend ? Pourquoi ?

Afin de trancher définitivement entre ces deux frères, un second collègue vous propose de comparer les empreintes digitales laissées sur le lieu du braquage avec celles des deux frères en vous affirmant que même des vrais jumeaux ne peuvent pas avoir les mêmes empreintes digitales.

Question 15. Qu'en pensez-vous ? Argumentez votre réponse.

Malheureusement, aucune empreinte utilisable n'est détectée sur les lieux du braquage. Néanmoins, une dernière possibilité existe en analysant la méthylation de l'ADN.

Question 16. Qu'est-ce que la méthylation de l'ADN ?

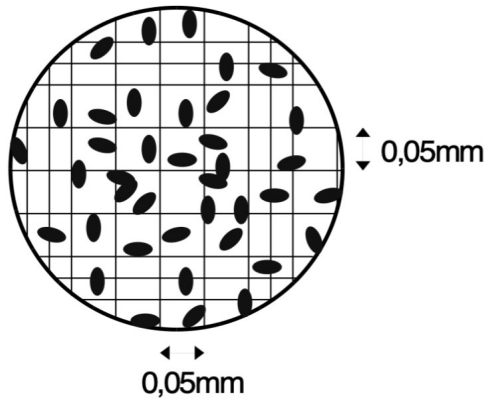
On sait que le traitement de l'ADN par le bisulfite de sodium transforme les cytosines en uraciles.

Question 17. Comment feriez-vous pour détecter des phénomènes de méthylation (donner 2 techniques).

Question 18. En quoi, le profil de méthylation de l'ADN peut être une bonne stratégie pour connaître les braqueurs ?

EXERCICE 2 : Microbiologie (8 points)

Un microbiologiste dispose d'une culture pure microbienne dont il veut en mesurer la concentration. Pour cela, il prélève un échantillon de la culture qu'il dilue 100 fois et dépose sur une cellule de Thoma. L'examen au microscope (x40) donne le schéma ci-dessous :



Question 1. Sachant que la profondeur de la chambre est de 0,1 mm, déterminez la concentration bactérienne (nb de bactéries/mL) de cette culture.

Ce microbiologiste effectue des dilutions en série de cette culture (de 10^{-1} à 10^{-7}) et étale $100\mu\text{L}$ de chaque dilution sur 3 boîtes de Petri. Les boîtes sont laissées à 28°C pendant 2 jours et le nombre de colonies par boîte est alors compté :

- Dilution 10^{-1} : tapis
- Dilution 10^{-2} : tapis
- Dilution 10^{-3} : tapis
- Dilution 10^{-4} : 524, 840 et >1000 colonies
- Dilution 10^{-5} : 132, 77 et 58 colonies
- Dilution 10^{-6} : 5, 13 et 1 colonies
- Dilution 10^{-7} : 0, 0 et 1 colonie

Question 2. Calculez la concentration obtenue avec cette méthode. En comparant avec le résultat obtenu avec la cellule de Thoma, que pouvez-vous conclure ?

La culture initiale est diluée afin d'obtenir une concentration de $4,45 \cdot 10^4$ bactéries/mL.

Question 3. Déterminez la quantité à prélever afin d'obtenir 100mL d'une nouvelle culture à 10^3 bactéries/mL.

Question 4. Après incubation de cette culture à 10^3 bactéries/mL pendant 6 h, la nouvelle concentration est évaluée à 10^6 bactéries/mL. Déterminez le temps de génération de cette bactérie sachant que la culture présente un temps de latence de 1 h (on prendra $\log(2) = 0,3$).

EXERCICE 3 : Préparation de solutions (8 points)

On réalise 2 amplifications d'un fragment d'ADN. La taille de chaque produit d'amplification est mesurée par électrophorèse capillaire et est respectivement de 480 et 600 bases et la concentration obtenue est de 30 ng/ μ l et 100 ng/ μ l. On donne le poids moléculaire d'une base nucléotidique qui est de 330 g/mol.

Question 1. On veut mélanger les 2 produits d'amplification à équimolarité. Comment procédez-vous ?

Vous disposez des poudres et solutions mères suivantes :

- D(+)-Glucose 180.15 g/mol
- CaCl_2 147.02 g/mol
- Tris-HCl 1M pH 6.5
- EDTA 1 M pH 8
- SDS 10%
- H_2O stérile

Question 2. Comment procéder pour préparer une solution de 600 mL de glucose à 30 % ?

Question 3. Comment procéder pour préparer une solution de 30 mL de chlorure de calcium 0.5M ?

Question 4. Comment procéder pour préparer 10mL de la solution suivante :

- Tris HCl 25 mM
- EDTA 100mM
- SDS 0,6 %

Sur le flacon de SDS 10 %, apparaissent les pictogrammes suivants :



Question 5. Que signifie chaque pictogramme ? Quels EPI (Equipement de Protection Individuelle) et/ou EPC (Equipement de Protection Collective) doivent être utilisés ?

EXERCICE 4 : Pharmacologie – Physiologie (8 points)

L'olmesartan est un médicament sous forme de comprimé utilisé dans le traitement de l'hypertension artérielle. C'est un antagoniste sélectif puissant des récepteurs AT1 de l'angiotensine II. Il agit directement sur les organes en diminuant la rétention d'eau et en provoquant la vasodilatation des artères pour diminuer la pression artérielle.

Question 1. Donnez le nom du grand système hormonal impliqué. Quel organe est responsable de la synthèse du précurseur de l'angiotensine ?

Question 2. Définissez un antagoniste sélectif.

L'angiotensine II stimule également le système sympathique.

Question 3. Quel est le rôle du système sympathique sur la fréquence cardiaque ? En déduire l'effet que peut avoir une prise d'olmesartan sur la fréquence cardiaque.

Lorsque l'hypertension n'est pas stabilisée et atteint un niveau très élevé, une injection par voie intraveineuse de nicardipine, un autre antihypertenseur, peut être effectuée en urgence.

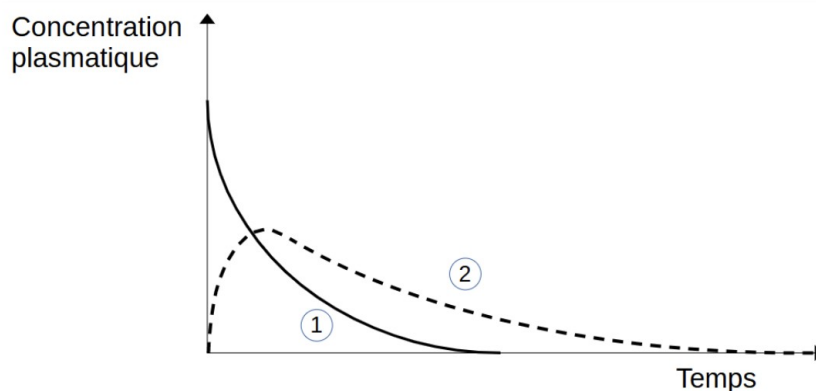


Figure 1. Concentration plasmatique de l'olmesartan et de la nicardipine lorsqu'ils sont administrés en même temps.

Question 4. À quels médicaments correspondent les courbes 1 et 2 de la figure 1 ? Argumentez.

Après une prise orale du médicament n°2, sa concentration plasmatique maximale est atteinte après 2h. On considère que sa demi-vie d'élimination est de 12 h.

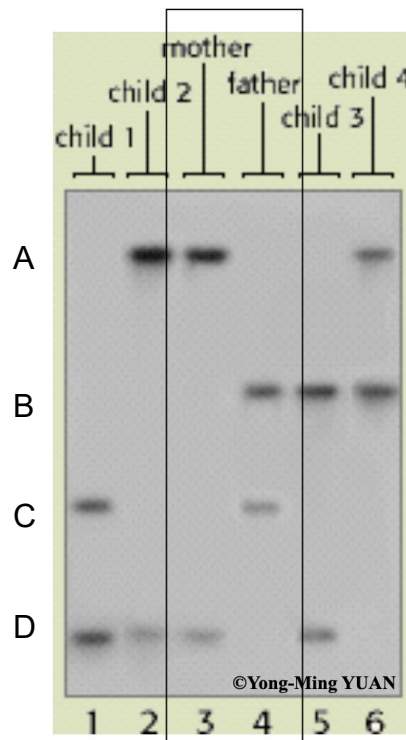
Question 5. Définissez la demi-vie d'un médicament.

Question 6. En considérant que la quasi-totalité d'un médicament est éliminée au bout de 5 demi-vies, au bout de combien de temps après administration le patient élimine-t-il le médicament ?

EXERCICE 5 : Marqueurs génétiques (8 points)

Un test de paternité a été réalisé par PCR-RFLP pour une famille composée des individus 1 à 6.

Les fragments d'ADN A, B, C et D ont migré sur gel d'agarose. Voici le résultat obtenu :



Question 1. Qu'est-ce que la PCR ?

Question 2. Donnez la définition de RFLP. Quel type de polymorphisme est étudié ?

Question 3. Expliquez pourquoi et comment les fragments d'ADN sont séparés lors de l'électrophorèse sur gel d'agarose.

Question 4. Que pouvez-vous conclure de ce test de paternité ? Expliquez.

Durant les années 2000, l'étude des RFLP a laissé place à l'étude de nouveaux types de marqueurs génétiques : les STR et les SNP.

Question 5. Définissez STR et SNP et décrivez pour chacun le type de polymorphisme qu'ils permettent d'étudier.

Partie 2 :
EXERCICE 6 : QCM
(5 points)

Une seule réponse est vraie pour chaque question.

1. Un codon correspond à un triplet :
 - A) de nucléotides d'acides ribonucléiques de transfert (ARNt)
 - B) de nucléotides d'acide désoxyribonucléique (ADN)
 - C) de nucléotides d'acides ribonucléiques messenger (ARNm)
 - D) d'acides aminés

2. La proposition exacte est :
 - A) La membrane plasmique d'une cellule eucaryote sépare le nucléoplasme du cytoplasme
 - B) L'appareil de Golgi est un site de maturation des protéines
 - C) Une cellule procaryote n'a ni ADN, ni mitochondries
 - D) Le réticulum endoplasmique granuleux (REG) est le site principal de la synthèse lipidique de la cellule.

3. Au cours de la prophase de mitose :
 - A) Les chromosomes disparaissent
 - B) L'enveloppe nucléaire disparaît
 - C) La membrane plasmique disparaît
 - D) Le fuseau mitotique disparaît

4. Les cellules immunitaires communiquent par l'intermédiaire de médiateurs solubles. Ces messagers appartiennent à la famille des :
 - A) Interleukines
 - B) Prostaglandines
 - C) Immunoglobulines
 - D) Chimiokines

5. L'ADN mitochondrial :
 - A) est linéaire à double brin
 - B) est non codant
 - C) existe en 1 copie par cellule
 - D) est principalement transmis par la lignée maternelle

6. Concernant le cytosquelette :
 - A) L'actine est une protéine dimérique formée d'actine G et d'actine F
 - B) La tubuline est le constituant d'un filament intermédiaire
 - C) La dynéine et la kynésine permettent l'accrochage des vésicules aux microtubules
 - D) Les filaments intermédiaires de type lamine sont extracellulaires

7. La mitochondrie :
- A) permet la biosynthèse d'acide gras
 - B) est entourée d'une seule membrane
 - C) est un site de production de l'ATP
 - D) a une longueur comprise entre 10 et 100 μm
8. La transcription :
- A) permet de copier le brin non codant de l'ADN en ARN
 - B) permet de copier le brin codant de l'ADN en ARN
 - C) nécessite des ARNt pour déchiffrer le code génétique
 - D) se déroule sur les ribosomes
9. La réplication de l'ADN :
- A) se fait par synthèse d'un nouveau brin dans le sens $3' \rightarrow 5'$
 - B) est discontinue sur le brin tardif
 - C) est conservatrice
 - D) permet de copier l'ADN en ARNm
10. La traduction :
- A) est spécifique des eucaryotes
 - B) se déroule dans le noyau
 - C) permet la synthèse d'ARNr
 - D) permet la synthèse d'ARNm