

Interdiction formelle d'utiliser téléphones, calculatrices et tout autre document ou objet connecté

**Sujet du Cours de Mme ANSELME**

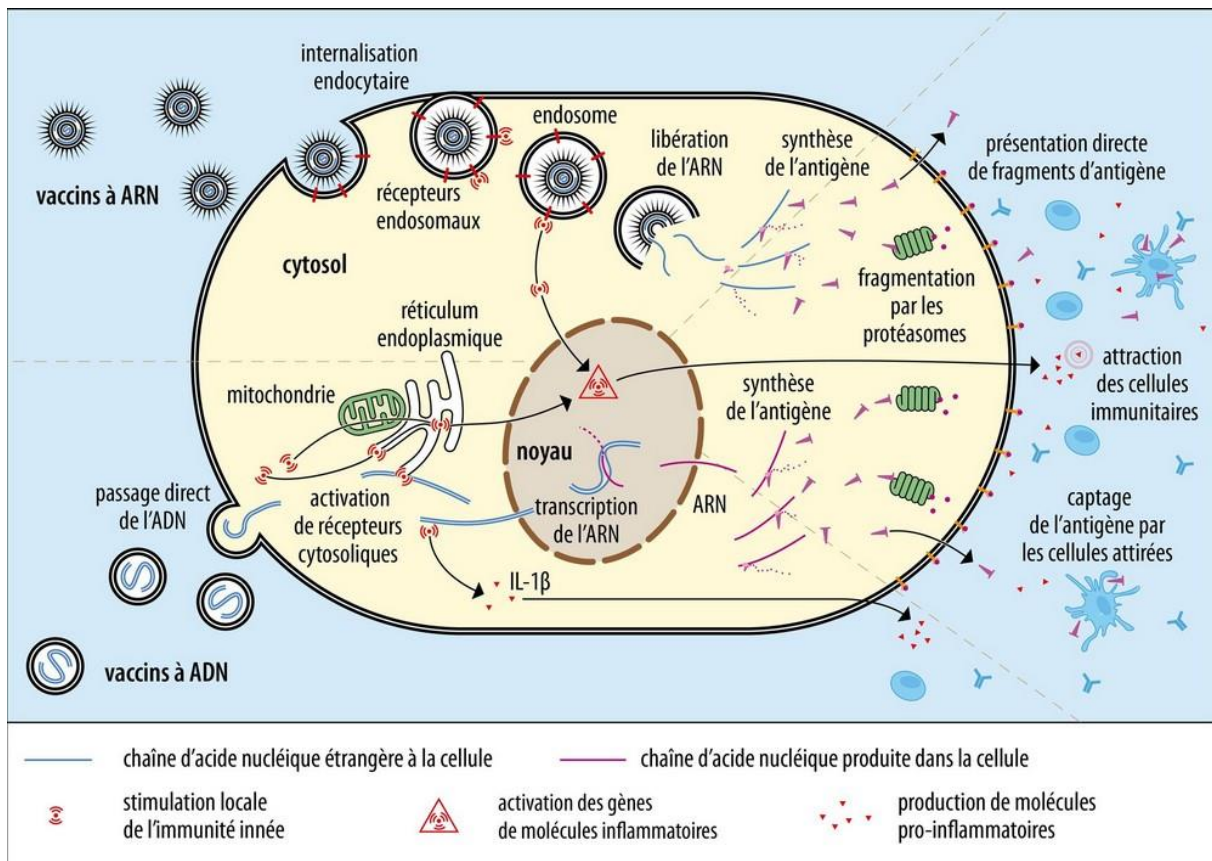
à rendre sur une copie séparée

durée conseillée 1h30

(20 points)

**Sujet : Vaccin génétique à partir de l'ARNm d'une protéine d'enveloppe virale : objectifs et mécanismes immunitaires.**

*La vaccination utilisant des acides nucléiques s'est développée au cours des dernières décennies et la recherche dans ce domaine a progressé très rapidement. La figure ci-après est proposée pour expliquer le principe des vaccins génétiques.*



Pour accompagner cette figure, vous rédigerez une synthèse afin de présenter les objectifs de l'immunisation d'un individu par un ARNm codant une protéine de l'enveloppe virale d'un virus lambda et les mécanismes immunitaires à l'origine de cette immunisation.

*Attention : il s'agit d'un sujet de synthèse ! Limitez votre réponse à ce qui est en lien avec le sujet et ne détaillez que ce qui est pertinent ; soyez complets mais concis en utilisant le vocabulaire adéquat.*

*Pour vous guider :*

*- les premières étapes (endocytose, libération et expression de l'ARNm) ne sont pas au cœur du sujet, concentrez-vous sur la deuxième partie de la figure.*

*- présentez la séquence d'événements ayant lieu au cours de la réponse immunitaire suite à l'injection du vaccin*

*- précisez les voies et/ou les mécanismes ainsi que les acteurs associés à la réponse immunitaire et à l'immunisation.*

*- pour les mécanismes effecteurs, citez les principaux éléments de leur activation.*

**Sujet TP/TD à rendre sur une copie séparée (10 points)**

**Question 1 :** En pratique, lors de la mise en place de l'interaction anticorps- antigène (Dot-blot et Immunocytochimie), différents moyens ont été utilisés pour réduire le « bruit de fond » (marquage non spécifique). Pourquoi et comment ? (4 pts)

**Question 2 :** Donnez brièvement les particularités des voies de signalisation impliquées dans la réponse des insectes aux pathogènes. (3 pts)

**Question 3 : 3 pts**

On vous a donné deux solutions, l'une contenant la protéine X et l'autre l'anticorps « anti-X » dirigé contre cette protéine. Lorsque vous ajoutez 1 mL d'anti-X à 1mL de protéine X, un précipité se forme (cas n°1). Mais lorsque vous diluez la solution d'anticorps 100 fois et que vous mélangez alors 1 mL d'anti-X dilué avec 1mL de protéine X, aucun précipité ne se forme (cas n°2).

Justifiez vos réponses à l'aide de texte ET de schémas :

a- Expliquez pourquoi aucun précipité ne se forme avec l'anticorps dilué (cas n°2).

b- Que pourriez-vous vraisemblablement détecter (protéine X et/ou anticorps anti-X) dans le surnageant du mélange dans chaque cas ?

**Sujet J. Pelloux**

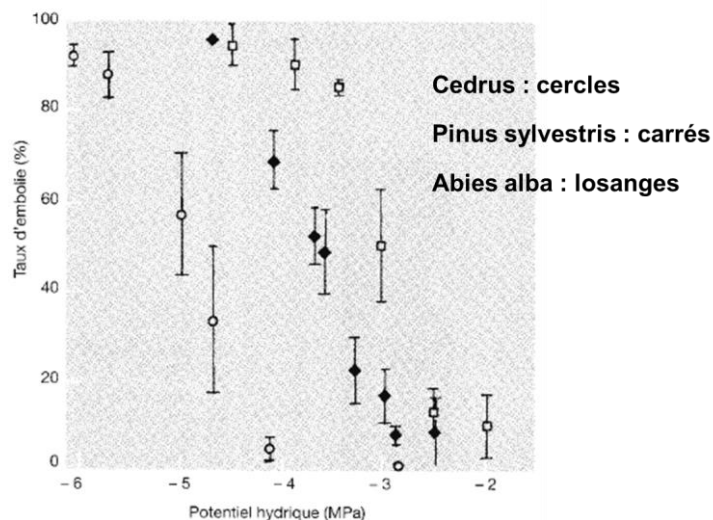
Documents et appareils électroniques interdits

Durée conseillée 1h

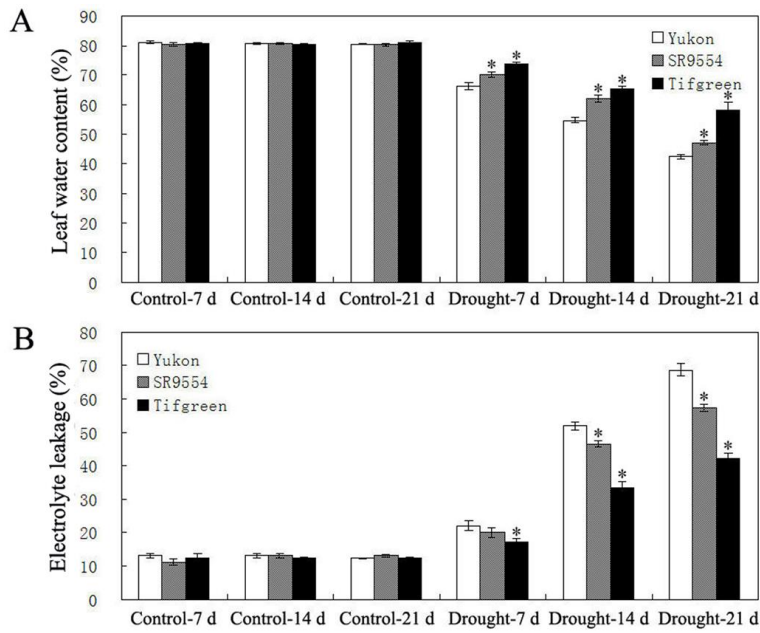
**1. La loi de Poiseuille,  $L_p = \pi R^4/8\eta$ , définit la conduction au sein d'un capillaire parfait.**

Sur la base de cette équation, et après avoir défini les systèmes conducteurs gymnospermes et angiospermes, vous comparerez leurs efficacités de conduction. Vous mettrez en relation leur structure et leur vulnérabilité à la cavitation.

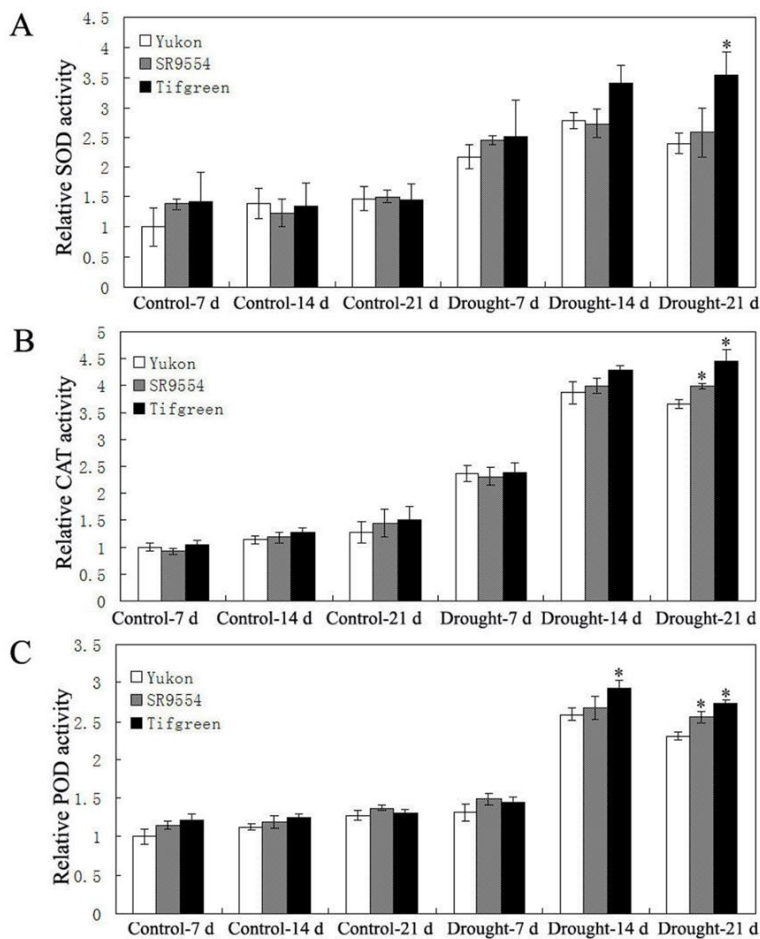
**2. Après avoir défini « Taux d'embolie » et « Potentiel hydrique », commentez ce graphe (3 espèces gymnospermes).**



**3. Analysez les documents suivants afin de déterminer les effets du stress hydrique sur des géotypes de *Cynodon dactylon*. Vous mettrez en relation l'analyse des graphes avec vos connaissances.**



**Figure 1 :**  
 Leaf water content : Contenu relatif en eau.  
 Electrolyte leakage : Fuite d'électrons.  
 Drought : Stress hydrique.  
 Control : Témoin.



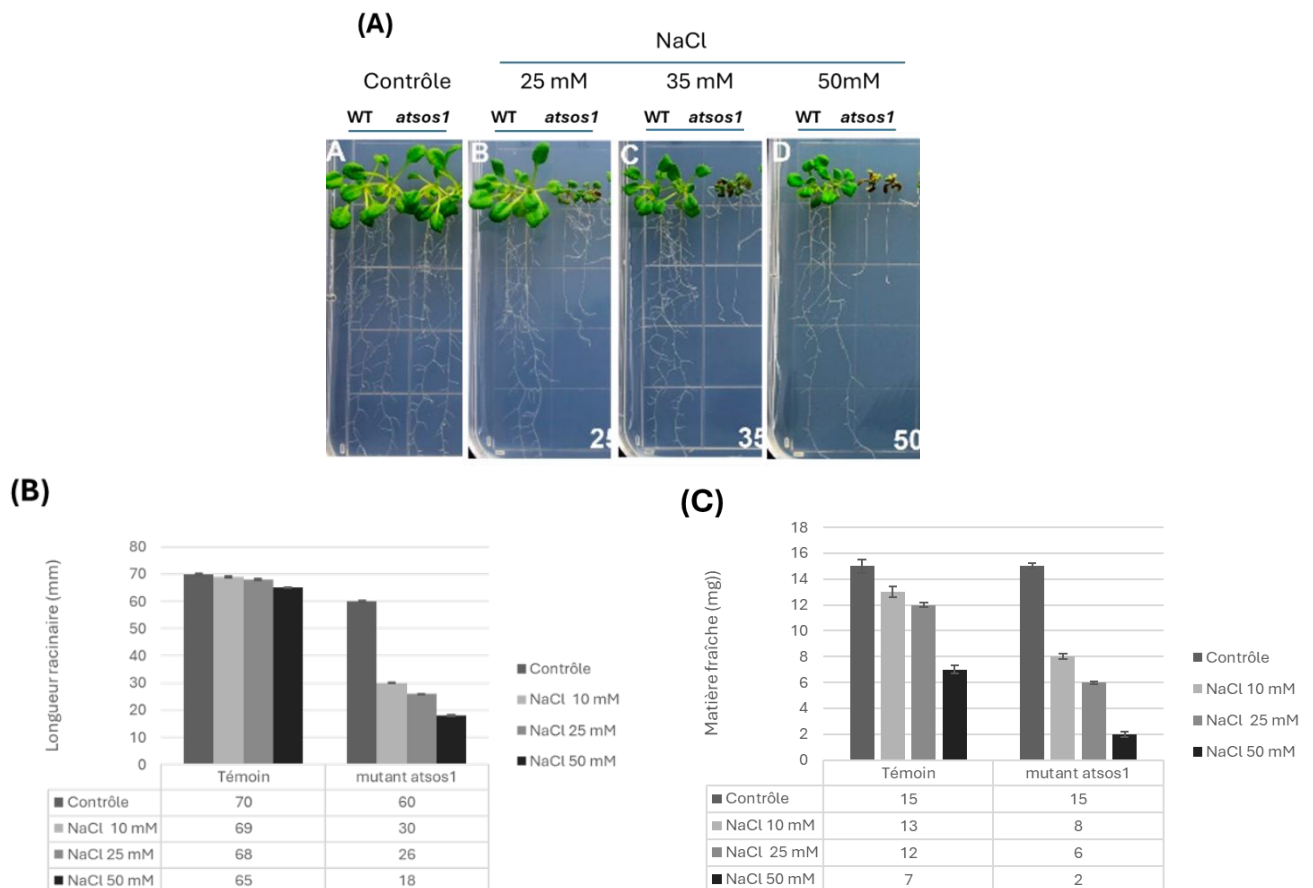
**Figure 2 :**  
 SOD: Superoxyde dismutase.  
 GRX: Glutathion Reductase.  
 POD : Peroxydase.

## Sujet C.RAYON

Documents et appareils électroniques interdits

### Exercice 1 (durée conseillée 40 minutes)

- 1) Quels sont les effets induits par le stress salin chez les végétaux ?
- 2) Analysez les figures ci-dessous. Que pouvez-vous conclure quant au rôle de la protéine SOS1 dans la tolérance au stress salin. Vous décrirez brièvement la voie SOS.



- (A) Phénotypage de plantules d'*Arabidopsis* exposées à différentes concentrations en NaCl (25, 35 et 50 mM) pendant 14 jours ; (B) Effet du stress salin sur la croissance racinaire des plantules ; (C) Effet du stress salin sur la biomasse. WT : plante témoin ; *atsos1* : mutant avec perte de fonction pour le gène *SOS1*.

### Exercice 2 (durée conseillée 20 minutes)

- 1) Définir l'acclimatation au froid chez les végétaux ?
- 2) Quels sont les différentes étapes de l'acclimatation au froid ?



**S5 – Ressource : Régulateurs de la physiologie des plantes**  
**Janvier 2026**  
**1<sup>ère</sup> Session**

**Sujet : Catherine RAYON / Jean-Marc DOMON (1h)**

**Calculatrice en mode examen uniquement autorisée**

**Exercice 1 (6 points) :**

Afin de déterminer l'effet des gibbérellines sur la germination des graines, 2 litres de milieu de culture Murashige & Skoog ont été confectionnés. A ce milieu, a été ajoutée une solution de gibbérellines à 10  $\mu\text{M}$ . Sachant que la solution mère est de 100 mM, déterminer le volume ( $\mu\text{L}$ ) de gibbérellines à ajouter à ce milieu.

Ce milieu contient 1% de saccharose et 0,75% de phytigel. Déterminer la quantité (g) de saccharose et de phytigel à peser pour réaliser ce milieu.

Les plantules germées ont ensuite été transférées au bout de 2 semaines sur un milieu ABA à 100  $\mu\text{M}$ . Sachant que la masse molaire est de 264,32 g/mole, quelle sera la quantité d'ABA à peser (mg) pour préparer une solution mère de 10 mL à 1mM ?

Déterminer à partir de cette solution mère, le volume d'ABA à ajouter à 2L de milieu de culture pour obtenir une solution finale à 1  $\mu\text{M}$ .

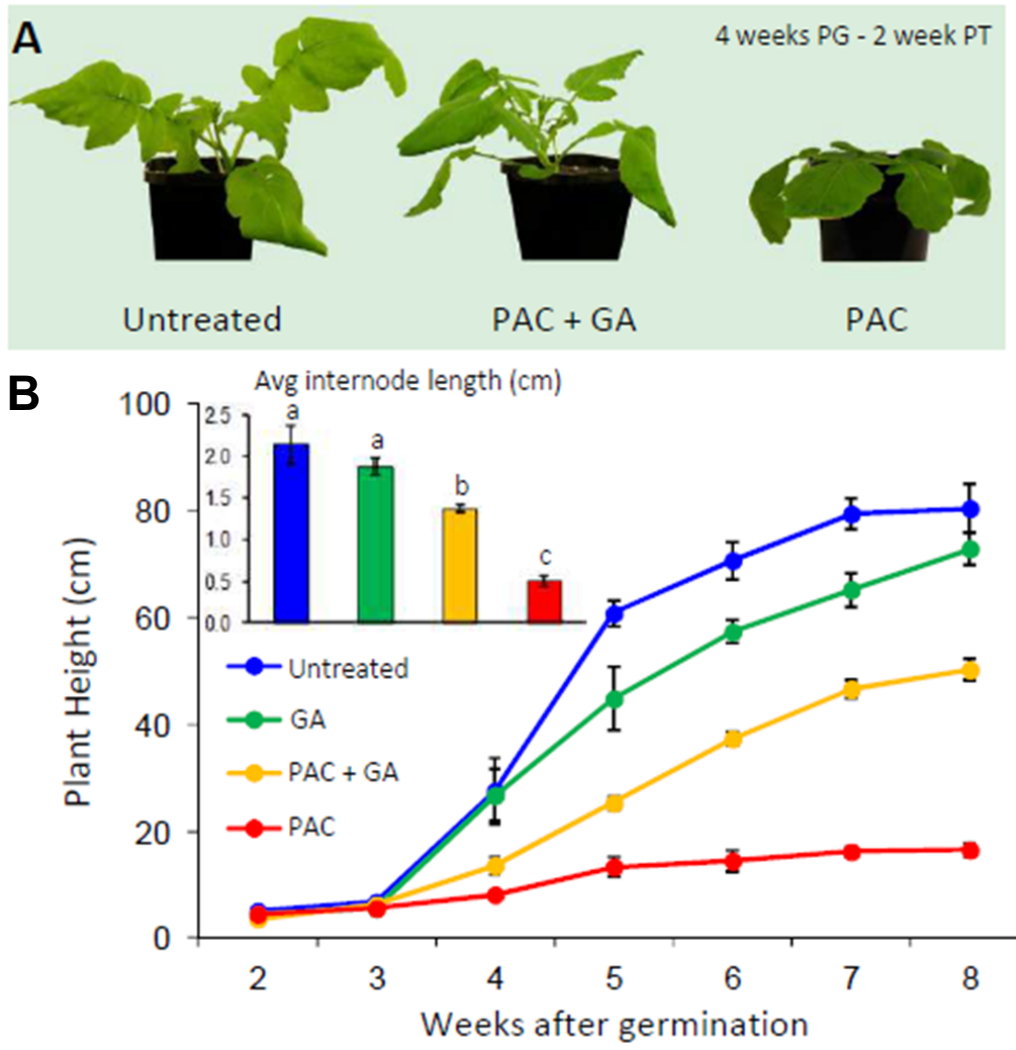
**Exercice 2 (14 points) :**

Les travaux qui vous sont présentés ci-dessous sont issus d'un article du journal Frontiers in Plant Science (2020, <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00190>).

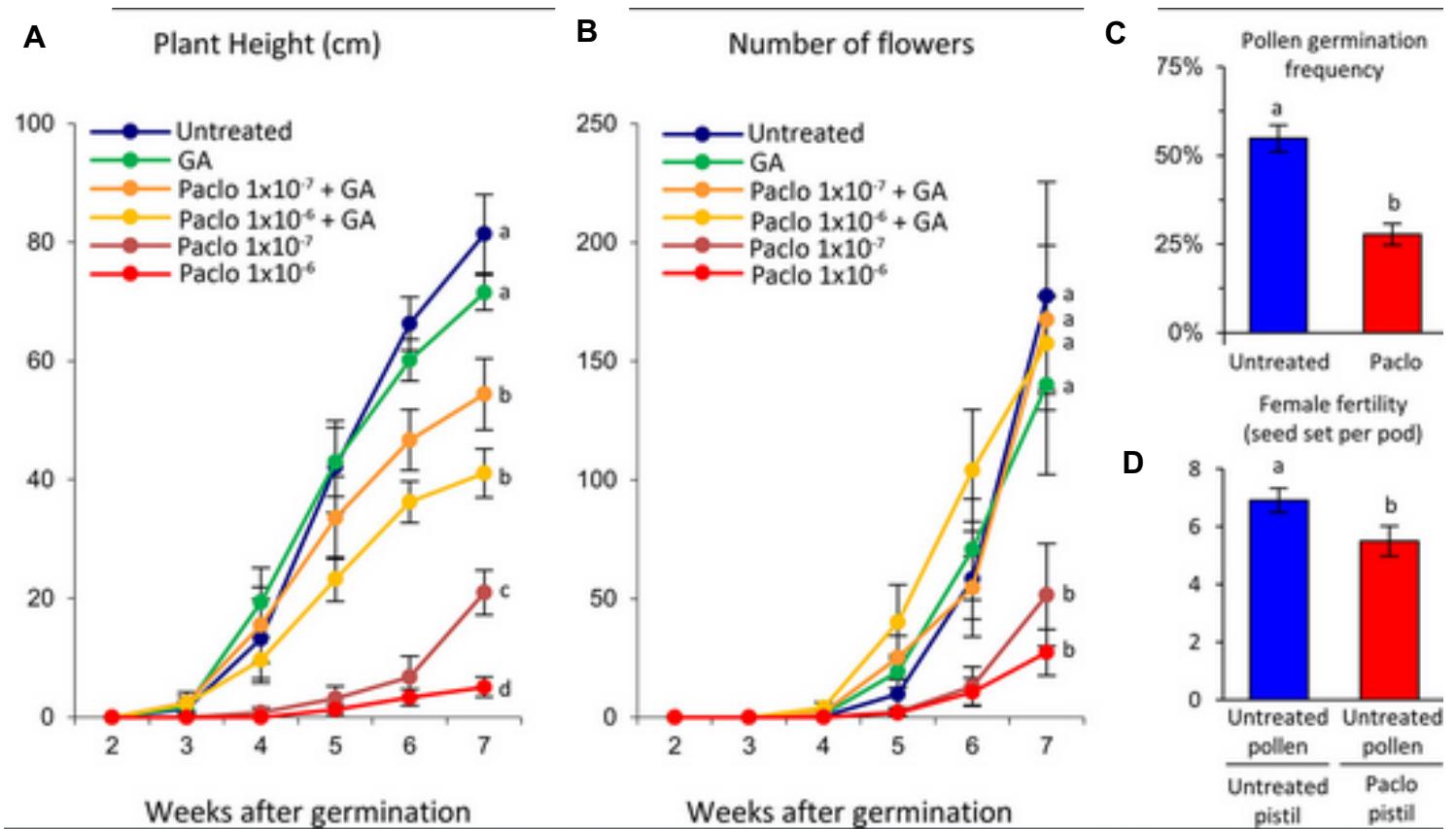
Les auteurs de ces travaux ont étudié l'effet d'une molécule chimique appelée (PAC/Paclo) sur la croissance et le développement du radis sauvage (*Raphanus raphanistrum*) qui envahit notamment, les cultures céréalières en Australie et Amérique du Nord.

1) Que signifie l'acronyme PAC/Paclo et comment agit-il sur les gibbérellines (GA) ?

2) Vous analyserez et interpréterez l'ensemble des documents qui vous sont présentés ci-dessous et réaliserez un schéma bilan de l'effet de cette molécule chimique sur la croissance et la reproduction chez le radis.



**Figure 1 : (A)** Effet des GA ( $10^{-5}$  M), du PAC ( $10^{-6}$  M) ou PAC+GA sur la croissance des plantes de radis (plant height) ; les plantes sont âgées de 4 semaines, (PG : 4 semaines post germination) et ont subi un traitement à partir de la seconde semaine. Les plantes sont observées 2 semaines après le traitement (PT : post-traitement), soit 6 semaines après la germination. **(B)** Les plantes âgées de 2 semaines sont traitées avec soit des GA, soit du PAC soit les 2 et la hauteur des plantes ainsi que la longueur moyenne des entre-nœuds (average internode length) sont mesurées. (a,b,c,d...) = valeurs statistiques : si lettres différentes alors les valeurs sont significativement différentes.



**Figure 2** : Effet du PAC sur la croissance des plantes de radis et sur la fertilité des plantes. **(A)** les plantes sont traitées avec des GA ( $10^{-5}$  M) et/ou avec différentes concentrations en PAC. **(B)** Nombre de fleurs obtenues chez les plantes de radis traitées avec différentes concentrations en PAC et/ou GA. **(C)** Impact du PAC sur la germination du grain de pollen et **(D)** sur l'organe reproducteur femelle (nombre de graine/gousse). (a,b,c,d...) = valeurs statistiques : si lettres différentes alors les valeurs sont significativement différentes.

**UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE**  
**UFR DES SCIENCES**  
**LICENCE SVT PARCOURS BIO-ECOLOGIE**  
**SEMESTRE 5**  
**MODULE DE BIOLOGIE DE L'INSECTE**  
**1<sup>ERE</sup> SESSION JANVIER 2026 – DUREE : 2H.**

*DOCUMENTS ET CALCULATRICES INTERDITS.*

**Sujet de Mr A. Cherqui**

- 1) Quelles sont les caractéristiques des espèces appartenant à l'ordre des diptères ? (**Max 30 lignes ; 4 pts**)
  - 2) Par quelle particularité se distingue le Coléoptère *Photinus pyralis* ? comment celle-ci a pu être exploitée dans la recherche scientifique ? (**Max 15 lignes ; 2 pts**)
  - 3) Décrivez et expliquez les différents modes de reproduction observés chez les insectes. Illustrez vos descriptions avec des exemples. (**Max 45 lignes ; 6 pts**)
- 

**Sujet de Mr V. Le Roux**

Questions à réponses courtes (**2 points : 1 par question**)

Les naturalistes ont collectionné et étudié les papillons de jour depuis très longtemps, cela fait-il une différence entre le pourcentage d'espèces connues et d'espèces probables au niveau mondial, si oui, quelle est-elle ?

Qu'est-ce qu'une espèce clé de voute ? citez un exemple chez les insectes.

Espèces patrimoniales (**2 points, 10 lignes maximum**)

La magicienne dentelée (*Saga pedo*) est un superbe Orthoptère carnivore, de couleur verte, tout en longueur, il est l'un des plus grand d'Europe (70-110 mm). Cette espèce est largement répandue dans les garrigues et les pelouses thermophiles du sud de la France, où plus de 800 stations sont référencées. Elle bénéficie d'une protection nationale.

Le carabe à points multiples (*Blethisa multipunctata*), 10-13 mm de couleur noire, est une espèce de Coléoptère inféodée aux milieux aquatiques et notamment aux tourbières. En forte régression en France, bien qu'elle puisse être localement abondante, elle n'est connue que de quelques stations. Cette espèce peut bénéficier d'une protection régionale.

Pensez-vous que ces deux espèces sont traitées équitablement en termes de patrimonialité et de protection ?

Proposez des arguments pour étayer votre réponse et proposez quelques hypothèses pouvant expliquer les différences de traitement si vous en voyez.

### **Rédaction (4 points)**

#### **Enfin la biodiversité des insectes n'est pas en si mauvaise santé...**

Une étude de 2020 (van Klink *et al.* Science, 368 : 417-420) sur la biodiversité des insectes avait créé un certain remous dans la communauté scientifique car elle montrait à partir d'une méta-analyse que l'abondance des insectes terrestres ne subissait qu'une diminution modérée et que celle des insectes aquatiques était en augmentation. De plus, l'article laissait à penser que l'agriculture était peu impliquée dans le déclin des insectes.

Depuis, cette étude (qui se trouve comporter de très nombreux biais méthodologiques) a été largement critiquée par la communauté scientifique.

D'après le cours que vous avez suivi et d'après ce que vous connaissez par ailleurs, commentez les conclusions de cette étude en produisant un texte structuré et argumenté avec des exemples précis.

*Portez attention à la correction de la langue française et à ce que votre production soit lisible pour le correcteur.*

Document, calculatrice, téléphone interdits

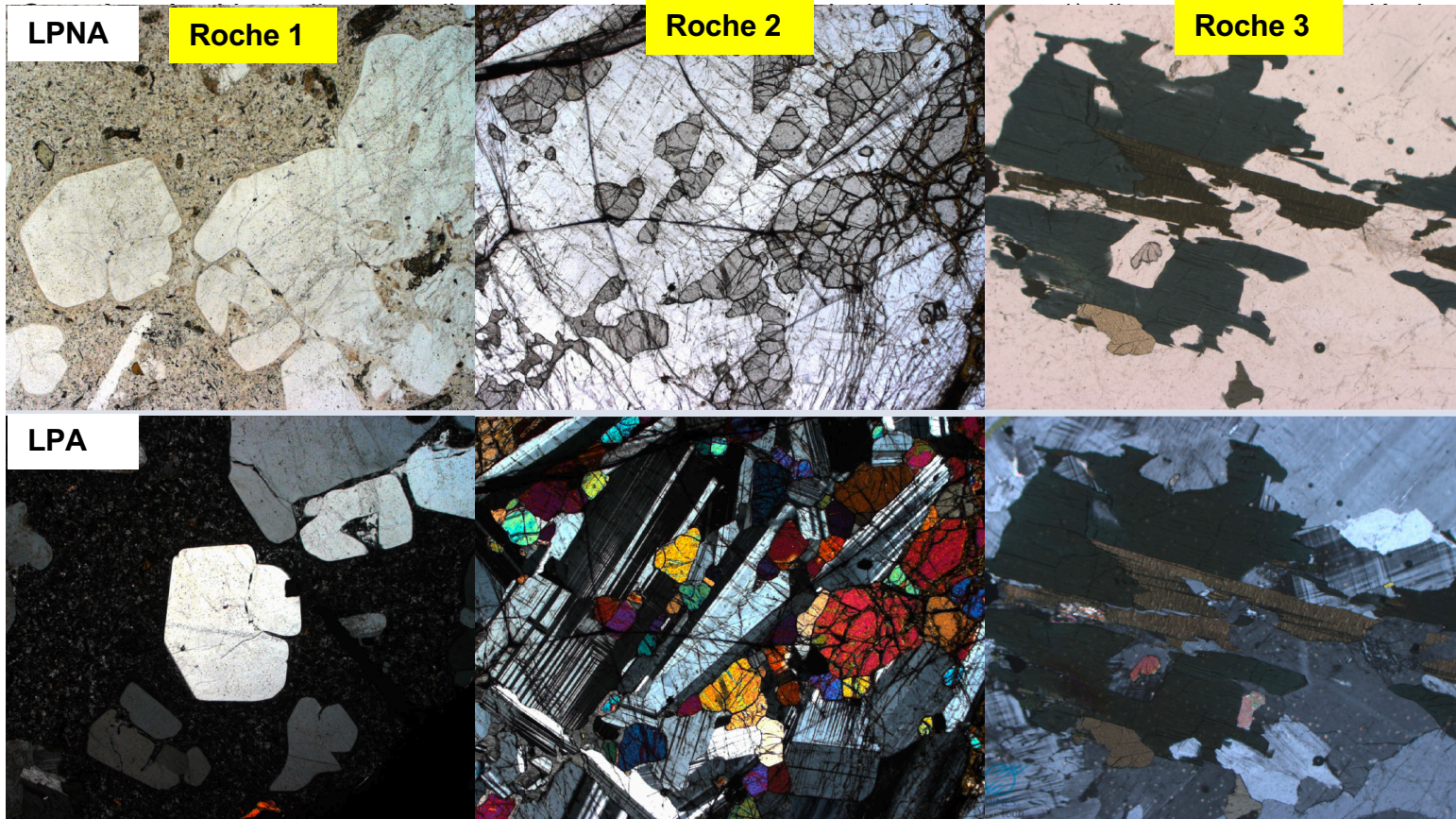
Sujet d'examen de 6 pages à rendre avec votre copie

**Question 1 (5 pts) :** A partir de la variété de vos connaissances, vous réaliserez la synthèse de la France Anté-Alpine sur la carte vierge ci-dessous, en y plaçant les éléments suivants :

- 1° Les fronts de déformation ;
- 2° Les sutures septentrionale et méridionale de la chaîne varisque ;
- 3° Les blocs des Asturies, Londres-Brabant, Armorica et l'Avalonia ;
- 4° Les zonations Saxothuringienne et Rhénohercynienne.

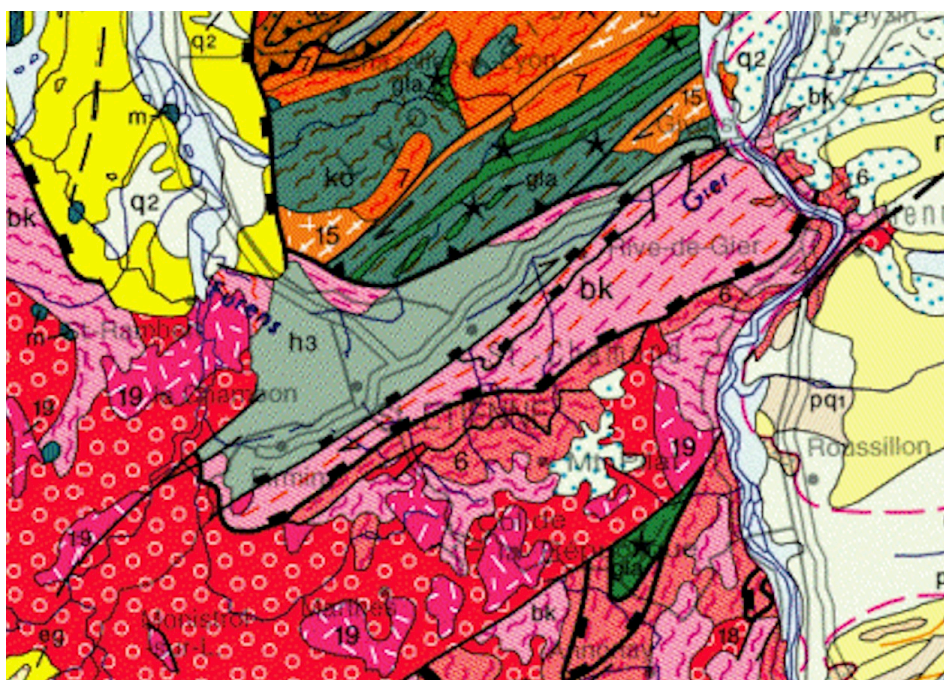


**Question 2 (3 pts) :** Parmi les lames minces ci-dessous, quelles sont celles attribuables à un granite ?  
Justifiez votre réponse.



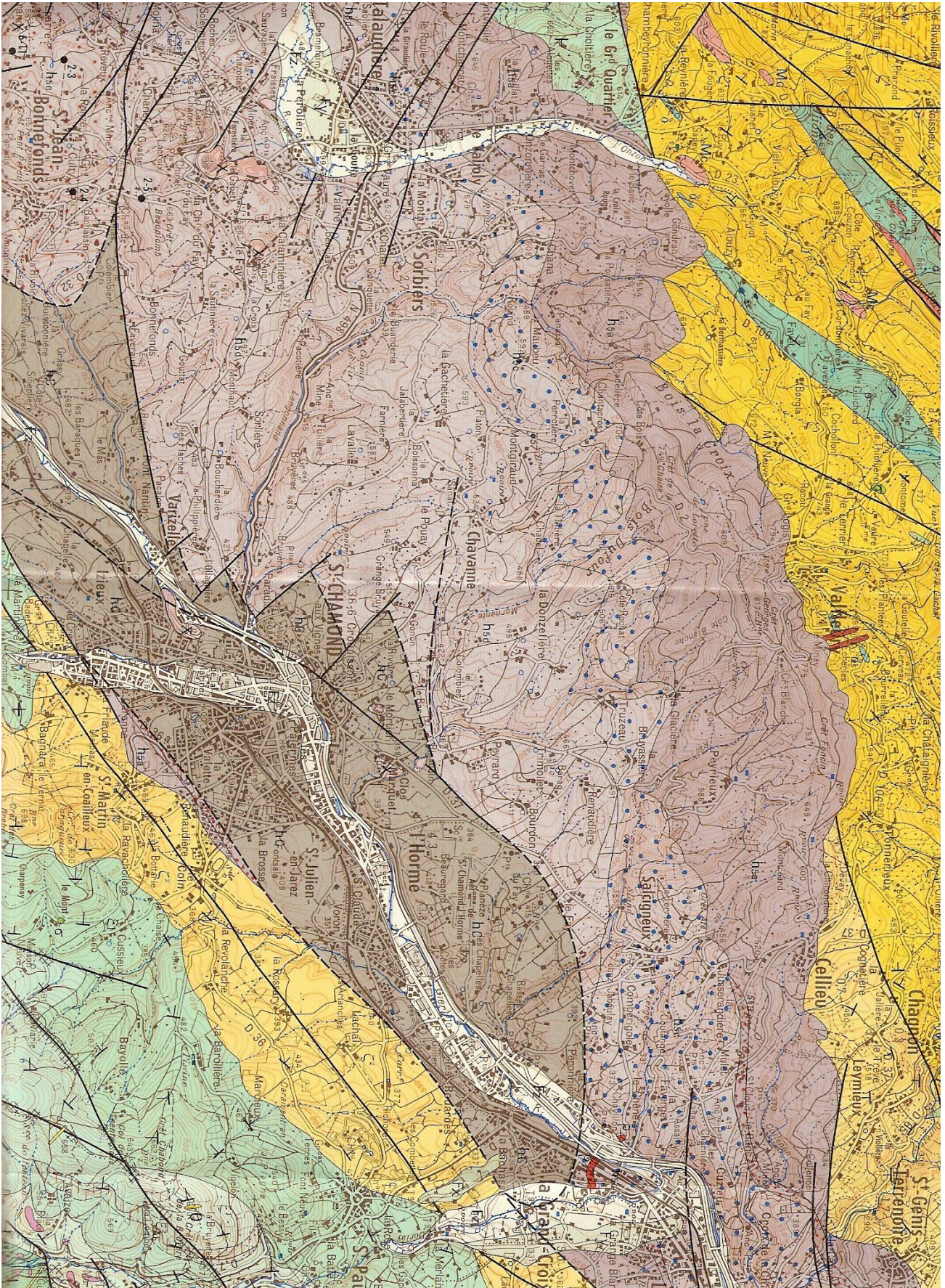
**Question 3 (7 pts) :** Le document ci-dessous est un extrait de la carte 1/1 000 000e de la France (© BRGM). Il permet d'avoir une vision plus globale de la carte au 1/50 000e.

Le document de la page suivante est un extrait de la carte au 1/50 000e de Saint-Etienne (© BRGM). En vous basant sur une coupe à main levée, vous dégagerez le style de déformation de la région. ET vous expliquerez la place de ce bassin « stéphanien » dans l'histoire de la chaîne hercynienne. Vous montrerez les étapes de mise en place du bassin de h<sub>3</sub> (carte 1/1 000 000<sup>e</sup>) en décomposant la mise en place des dépôts successifs de la carte au 1/50 000e.



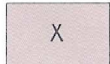
**Question 3 suite** : Le document ci-dessous est un extrait de la carte au 1/50 000e de Saint-Etienne (© BRGM). **Votre coupe géologique se fait à partir de ce document.**

- Le profil topographique est à surface « plane ».
- Les épaisseurs des couches sont libres.

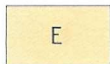


# Carte de St Etienne 1/50 000e NOTICE

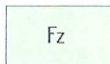
## TERRAINS SÉDIMENTAIRES



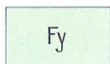
Dépôts artificiels, terrils



Eboulis



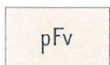
Alluvions actuelles et récentes



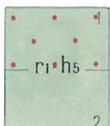
Alluvions moyennes



Alluvions anciennes



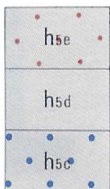
Plio-Villafranchien  
Limos et cailloutis



Autunien et Stéphaniem supérieur  
non différenciés  
Conglomérats supérieurs, grès et schistes  
1 - faciès rouge  
2 - faciès gris



Stéphaniem supérieur, assise d'Avaize  
Schistes et grès

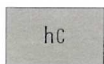


Stéphaniem moyen, assise de St Etienne  
Schistes, grès et conglomérats  
h5e - Série du Treuil  
h5d - Série de la Talaudière  
h5c - gratte rouge de la Chazotte  
h5c - poudingue mosaïque

(VIII-33)



Stéphaniem inférieur, assise de Rive-de-Gie  
b - Faisceau de la Péronnière, schisto-gréseux  
a - Brèche de base (Brèche de la Fouillouse)

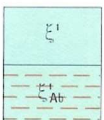


Conglomérats indifférenciés d'âge incertain  
Conglomérat de S<sup>t</sup>-Chamond  
Conglomérat de Ricolin



Terrains silicifiés

## ROCHES CRISTALLOPHYLLIENNES



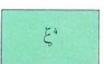
$\xi_1, \xi_2, \xi_3$  - Chloritoschistes  
Ab - Chloritoschistes à albite



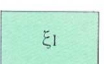
$\xi_2, \xi_3$  - Micaschistes à biotite ou à deux micas  
Ab - Micaschistes à deux micas et albite



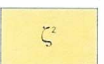
Micaschistes à cordiérite, andalousite



Micaschistes à sillimanite



Micaschistes lamelleux, type lyonnais  
parfois à minéraux

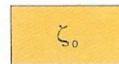


Gneiss à deux micas, type lyonnais

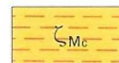


Gneiss à cordiérite, sillimanite

## ROCHES CRISTALLOPHYLLIENNES (Suite)



Gneiss œillés



Gneiss plus ou moins migmatitiques,  
à biotite et cordiérite



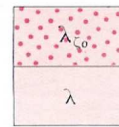
$\delta$  - Amphibolites  
 $\delta_g$  - Amphibolites à résidus de gabbros



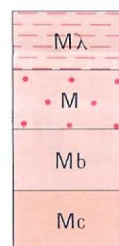
Eclogites



Serpentinites

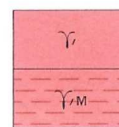


$\lambda_{c0}$  - Gneiss leptyniques œillés  
ou à faciès d'anataxie  
 $\lambda$  - Leptynites

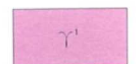


$M\lambda$  - Leptynites granitoides  
M - Gneiss œillés granitoides  
Mb - Anatexites claires à cordiérite  
Mc - Anatexites sombres à cordiérite, sillimanite

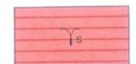
## ROCHES ÉRUPTIVES



$\gamma$  - Granite à biotite  
 $\gamma_M$  - Granite à biotite hétérogène



Granite à muscovite



Granite schisteux syntectonique



Roches microgrenues

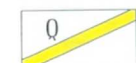
## FILONS



Rhyolite, "gore vert" de Grand-Croix



Andésite, microdiorite



Quartz



Mylonites

## PENDAGES

+ horizontal T faible

T moyen T fort

vertical



1 - Contour géologique  
2 - Faille visible  
3 - Faille masquée ou supposée  
4 - Contour géologique correspondant à un passage progressif

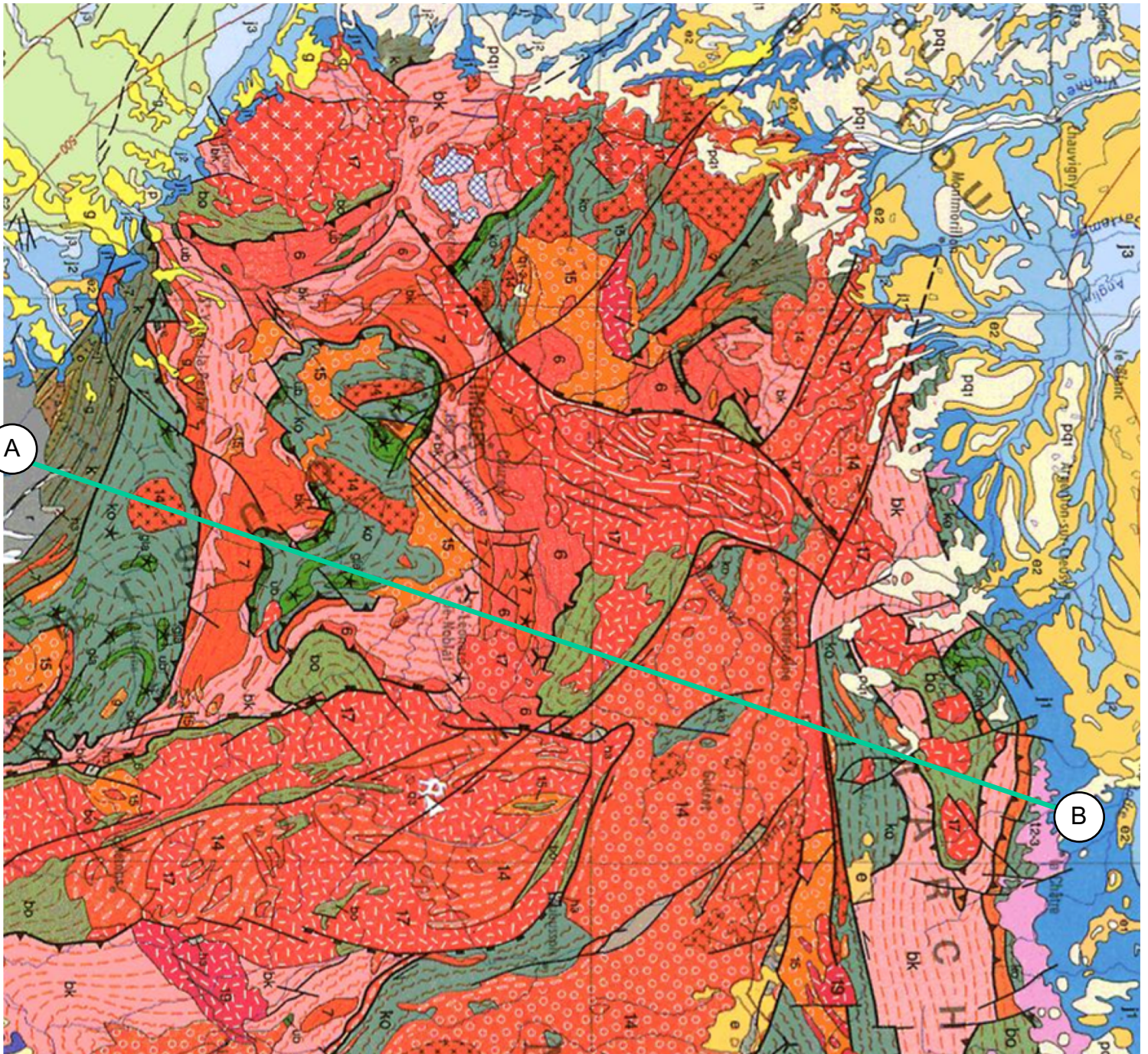
Carrière à ciel ouvert

● 1-7

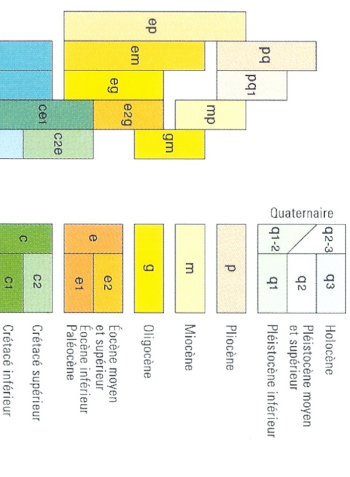
Sondages des houillères  
du Bassin de la Loire  
(avec n° de classement  
au Code minier)

**Question 4 (5 pts) :** Réaliser la coupe géologique AB à partir des extraits de la carte 1/1000000 de la France (© BRGM).

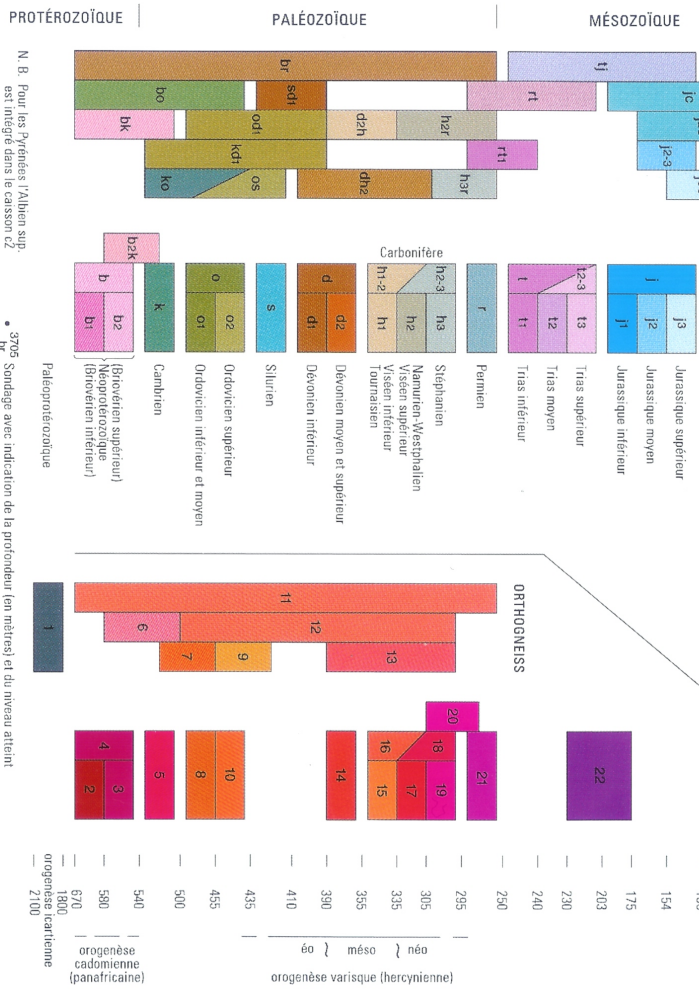
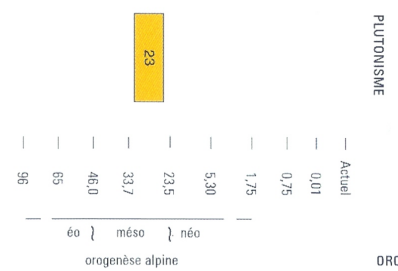
- Le profil topographique est à surface « plane ».
- Les épaisseurs des couches sont libres.



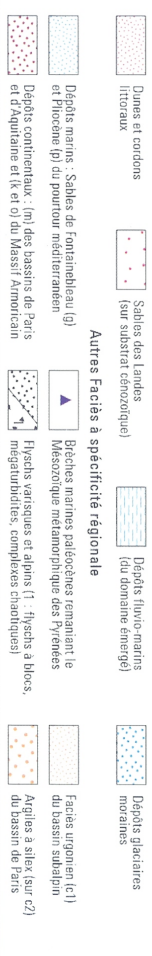
# STRATIGRAPHIE SÉDIMENTAIRE ET VOLCANISME



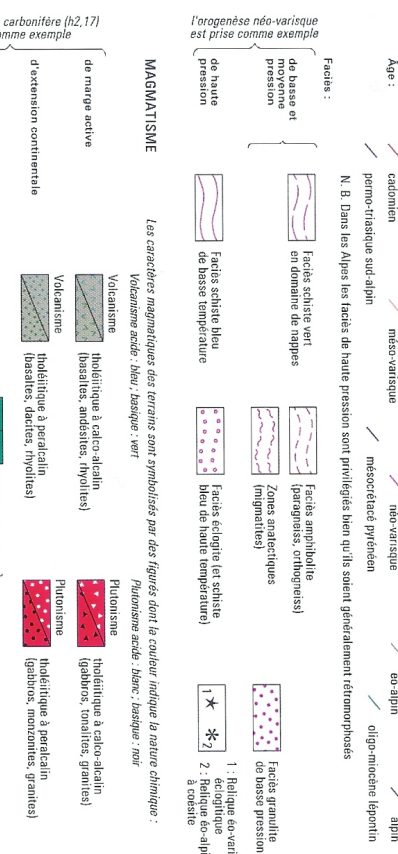
# RADIOCHRONOLOGIE (en millions d'années)



# INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES (figurées par des surcharges sur les couleurs)

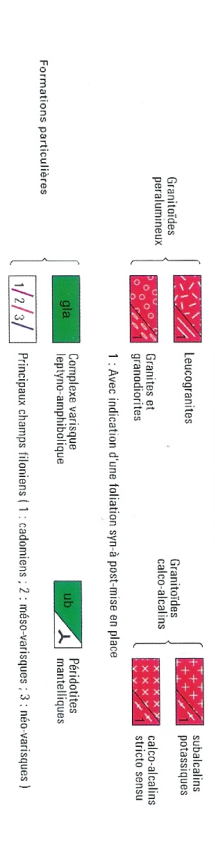


# MÉTAMORPHISME

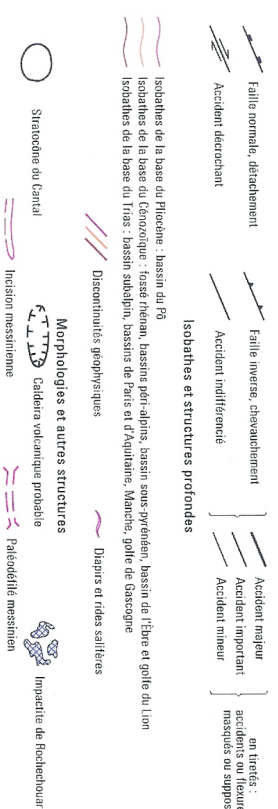


Les caractères magmatiques des terrains sont symbolisés par des figures dont la couleur indique l'âge de l'orogénèse. La forme indique le faciès du métamorphisme, et l'orientation correspond à la principale foliation régionale.

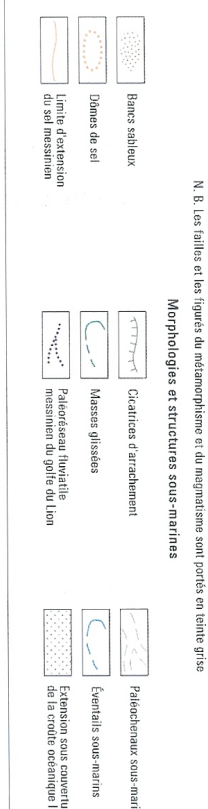
# MAGMATISME



# ÉLÉMENTS STRUCTURAUX



# MARGE CONTINENTALE



Licence 3 SVT Ecologie

Examen terminal Dynamique des Populations

Ronan MARREC – 45 min

**QUESTION 1 (15 min).** Une expérimentation a été conduite sur des plantes de *Wedelia trilobata*. La démographie de deux « populations » de feuilles a été caractérisée (Figure 1). Décrivez les résultats de la Figure 1 et interprétez-les. Soyez précis sur les processus en jeu pouvant expliquer les différences observées entre les deux conditions expérimentales.

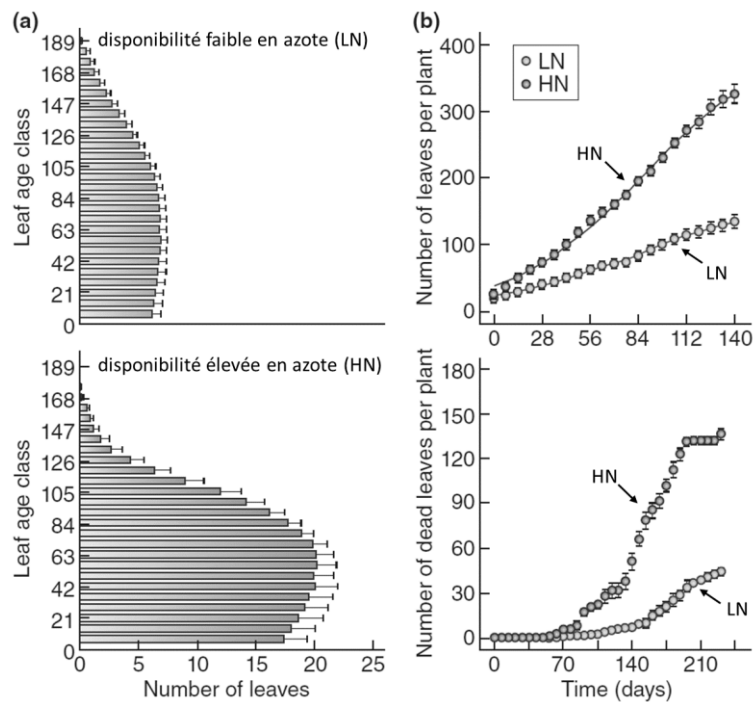


Figure 1. (a) Nombre de feuilles des plantes de *Wedelia trilobata* (moyenne de six plantes), réparties en classes d'âge de sept jours, cultivées dans des conditions de faible (LN ; en haut) et de forte (HN ; en bas) disponibilité en azote. Les barres représentent les écarts-types. (b) Nombre cumulé de feuilles nouvellement produites (en haut) et mortes (en bas) dans la même étude.

**QUESTION 2 (15 min).** Interprétez la figure suivante. Soyez précis dans l'explication des processus en jeu et de l'issue de la relation de compétition dans chacun des cas.

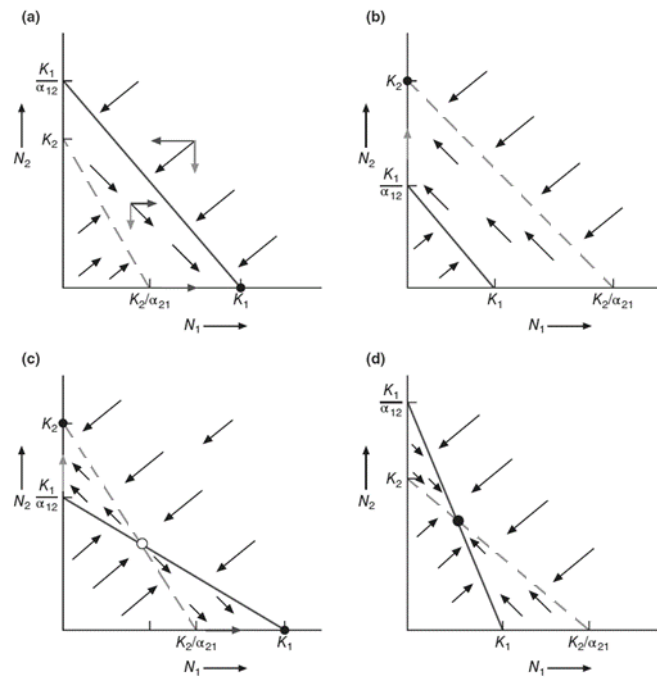


Figure 1. Relations entre les isoclines nulles générées par les équations de compétition de Lotka-Volterra de deux espèces 1 (lignes continues noires) et 2 (lignes pointillées grises).

**QUESTION 3 (15 min).** Expliquez de quelle manière :

1. l'émigration peut-être l'issue de processus de dynamique en jeu au sein d'une population ;
2. l'immigration influence la démographie et la dynamique d'une population.

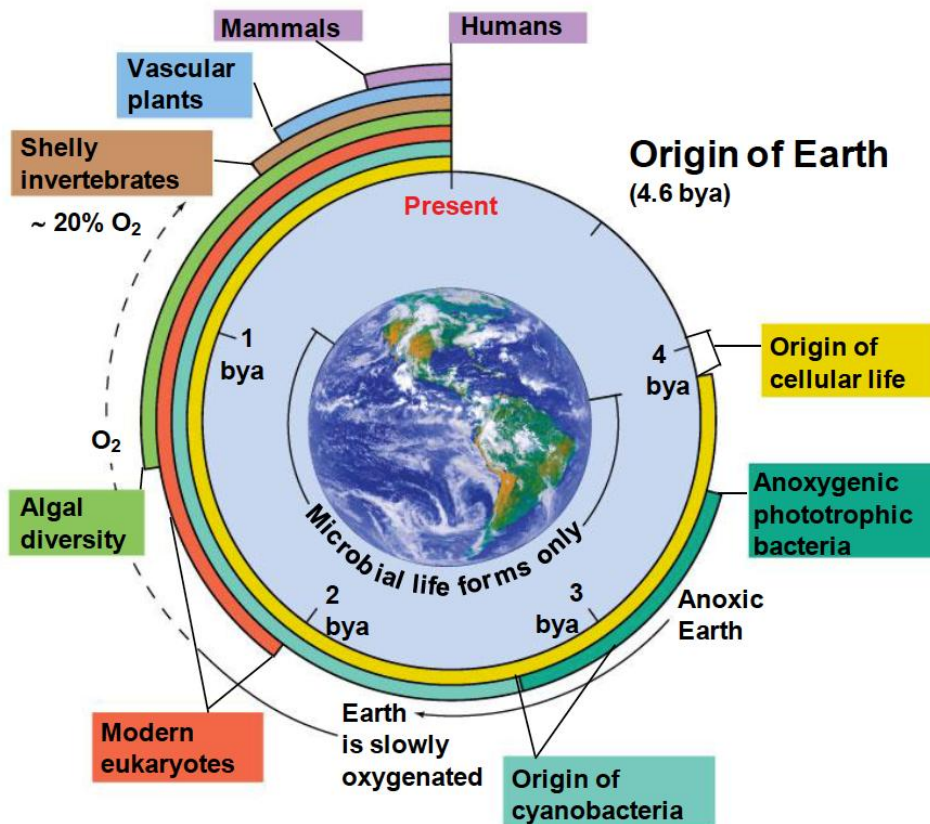
**DOCUMENTS INTERDITS - CALCULATRICE AUTORISÉE**

- Remarques :

- Toutes les réponses devront être justifiées.
- Une attention particulière sera portée au soin et à la présentation de la copie.
- Une copie illisible ou indéchiffrable sera sanctionnée.
- Le barème n'est donné qu'à titre indicatif.

**1) PARTIE "COURS" 10 points**

Voici un schéma illustrant la chronologie de l'apparition de la vie sur Terre :



Expliquez de façon détaillée et chronologique les principales étapes de ce schéma depuis l'origine de la Terre jusqu'à la diversité algale, c'est-à-dire lorsque la Terre n'était peuplée que de micro-organismes. Une attention particulière sera apportée à l'illustration et à l'argumentation pour chaque étape chronologique.

**2) PARTIE "EXERCICES" 10 points**

**Exercice 1 (4 points)**

La croissance d'*Escherichia coli* a été suivie en milieu non renouvelé par mesure de la Densité Optique (DO) à 600 nm à intervalles de temps réguliers. Voici les résultats obtenus :

- 1) Tracez la courbe de croissance (LnDO en fonction du temps) sur le papier millimétré joint en page 3 (à rendre avec la copie). Les courbes doivent être claires et légendées.
- 2) Identifiez les différentes phases de croissance sur la courbe et justifiez vos choix.
- 3) Pour chaque phase, décrivez ce qui se passe au niveau cellulaire.
- 4) Calculez le taux de croissance et le temps de génération en phase active de croissance après avoir défini ces 2 paramètres.
- 5) Expliquez comment varie le taux de croissance pendant chaque phase de la question 3).

Temps (h)	DO <sub>600 nm</sub>
0	0,05
1	0,05
2	0,06
3	0,12
4	0,25
5	0,50
6	1,00
7	1,70
8	2,00
9	2,00
10	2,00
11	1,90
12	1,75

### **Exercice 2 (4 points)**

Voici la composition de 3 milieux de culture :

#### **Milieu A**

Chlorure d'ammonium 0,2 g.L<sup>-1</sup>  
 Phosphate monopotassique 1 g.L<sup>-1</sup>  
 Sulfate de magnésium 0,2 g.L<sup>-1</sup>  
 Chlorure de calcium 0,1 g.L<sup>-1</sup>  
 Chlorure de sodium 5 g.L<sup>-1</sup>

**Milieu B** : Milieu A + Glucose 5 g.L<sup>-1</sup>

**Milieu C** : Milieu B + Biotine 10<sup>-8</sup> g.L<sup>-1</sup>

On obtient les résultats suivants après ensemencement et incubation :

	Milieu A	Milieu B	Milieu C
Souche 1	-	+	+
Souche 2	-	-	+

(+) : Croissance

(-) : Absence de croissance

- 1) Quelle est la formule chimique et le rôle de chaque constituant du Milieu A ? Comment qualifier le milieu A ?
- 2) Certaines bactéries pourraient se développer dans le milieu A à la condition de les incuber en atmosphère enrichie en CO<sub>2</sub>. Expliquer pourquoi et donner leur type trophique vis-à-vis du carbone.
- 3) Quel est le rôle du Glucose ? Quel est le rôle de la Biotine ?
- 4) Quel est le type trophique vis-à-vis du carbone et des besoins nutritionnels spécifiques de la souche 1 ? Et de la souche 2 ?
- 5) Une souche 3 ne pousse dans aucun des milieux A, B ou C. Quel milieu de culture supplémentaire proposez-vous de tester pour réussir à la faire pousser ?

### **Exercice 3 (2 points)**

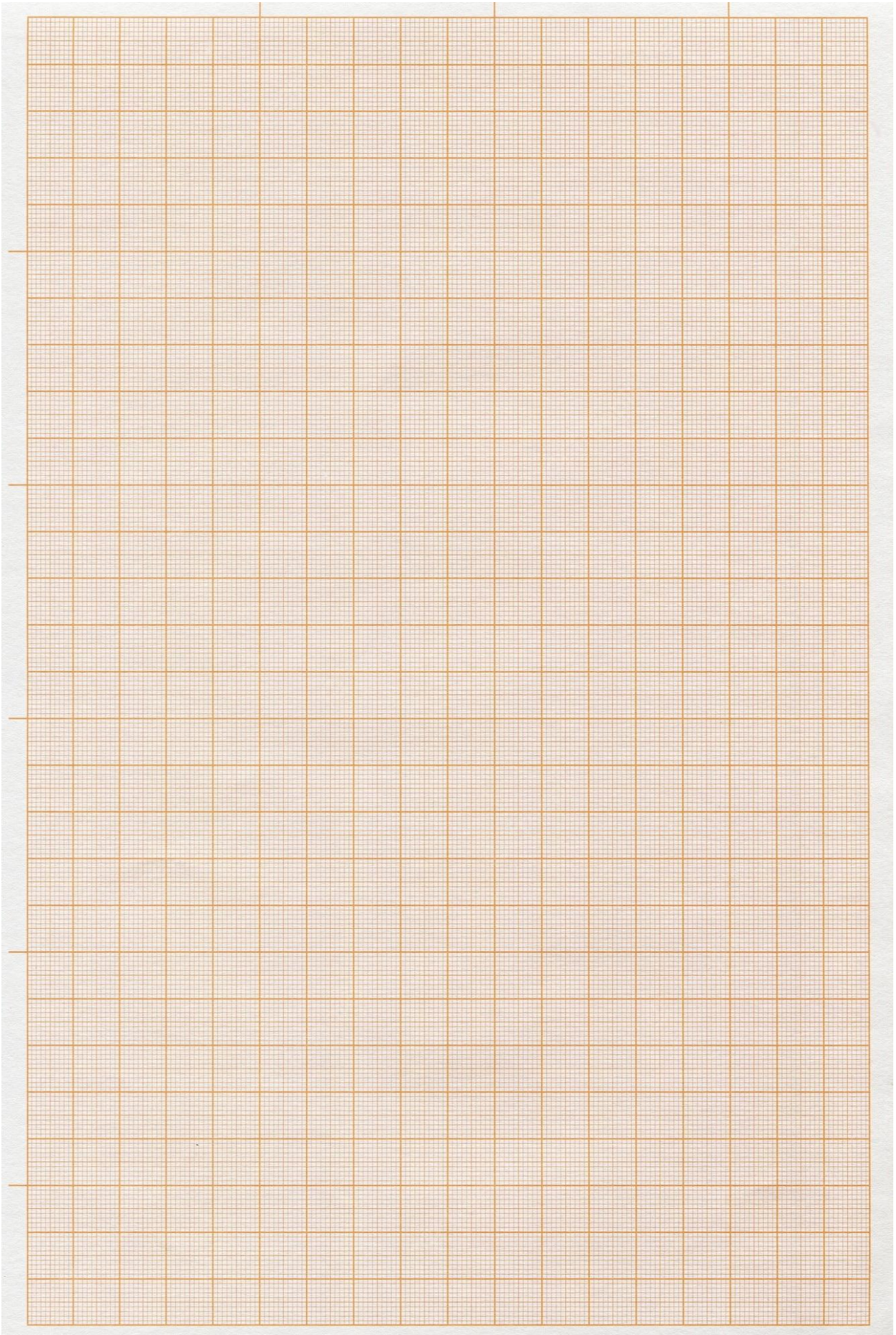
Un échantillon de culture bactérienne a été prélevé et dilué à 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> et 10<sup>-3</sup>. Un volume de 0,1 mL de dilution est inoculé sur un milieu de culture gélosé. Les résultats obtenus sont :

Dilution	Nombre de colonies/boîte
10 <sup>-1</sup>	250
10 <sup>-2</sup>	24
10 <sup>-3</sup>	3

- 1) Quel est le nombre d'UFC par mL dans l'échantillon ? Détailler le calcul.
- 2) Que signifie UFC ?
- 3) Quel solvant utilise-t-on pour effectuer les dilutions de l'échantillon ? Pourquoi ?

Numéro d'étudiant :

(Papier millimétré à glisser dans la copie d'examen)

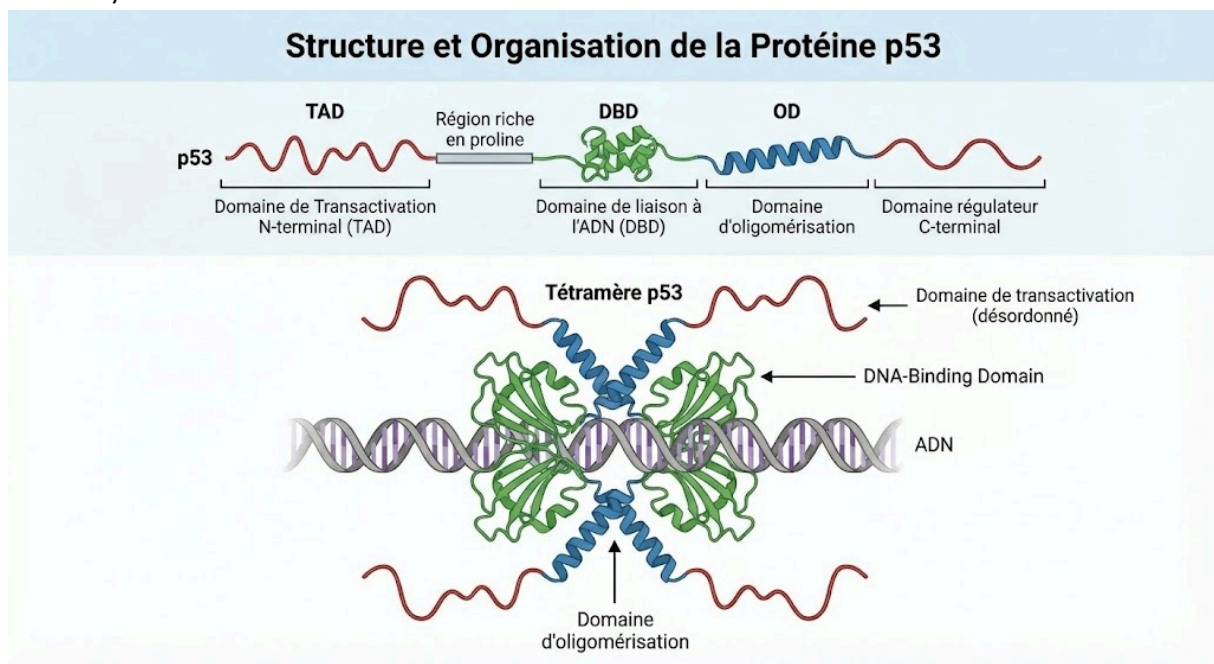


*Les documents, téléphones portables interdits. Toute réponse correcte mais non justifiée ne sera pas prise en compte.*

**Partie M. D'Amelio [13 points]**

**Section 1**

La protéine p53 est un facteur de transcription qui joue un rôle crucial dans le contrôle du cycle cellulaire et l'apoptose. Elle est active sous forme de tétramère (4 sous-unités associées). Chaque protéine p53 humaine (393 résidus) est composée de plusieurs domaines distincts montrés dans la figure : le domaine N-terminal TAD (résidus 1-63), le domaine riche en proline (résidus 64-92), le domaine central DBD de liaison à l'ADN (résidus 102-292), le domaine de tétramérisation (résidus 323-356) et la région régulatrice C-terminale (résidus 363-393).



Pour chaque question ci-dessous, identifiez la technique la plus appropriée parmi la liste suivante. Justifiez votre choix en expliquant **pourquoi** cette technique est adaptée et **quelles** sont ses limites potentielles.

- Cristallographie aux rayons X
- RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) en solution
- Cryo-Microscopie Électronique (Cryo-EM)
- AFM (Atomic Force Spectroscopy)
- Dichroïsme Circulaire (CD)

**Question 1** [2 points] : Vous souhaitez obtenir la structure atomique ( $< 2.0 \text{ \AA}$ ) du domaine central de p53 (DBD, 190 acides aminés) complexé avec une séquence spécifique d'ADN double brin (l'ADN a une masse de 19 KDa). Ce domaine est globulaire, stable et ne comporte pas de régions désordonnées majeures.

**Technique choisie :**

.....  
 .....

**Justification :**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Limites potentielles :**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Question 2** [2 points] : **Dynamique des régions N-terminales.** Vous voulez étudier les conformations et la dynamique de l'extrémité N-terminale (63 acides aminés) de p53.

**Technique choisie :**

.....  
 .....

**Justification :**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Limites potentielles :**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

.....  
.....

**Question 3 [2 points]** : La mutation R175H dans le domaine DBD est l'une des mutations "hotspot" les plus fréquentes dans les cancers humains. Comment déterminer **les pourcentages des structures secondaires** (alpha helice, feuillet bêta) du domaine DBD en absence et en présence de la mutation? Proposez une technique rapide et peu coûteuse.

**Technique choisie :**

.....  
.....

**Justification :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Limites potentielles :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Question 4 [2 points]** : **Complexe macromoléculaire géant**. Vous avez réussi à reconstituer un supercomplexe in vitro comprenant le tétramère p53, l'ADN, et deux autres cofacteurs de transcription, pour un poids total d'environ 450 kDa. L'échantillon est hétérogène et difficile à cristalliser. Vous souhaitez visualiser l'architecture de ce complexe.

**Technique choisie :**

.....  
.....

**Justification :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Limites potentielles :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Section 2**

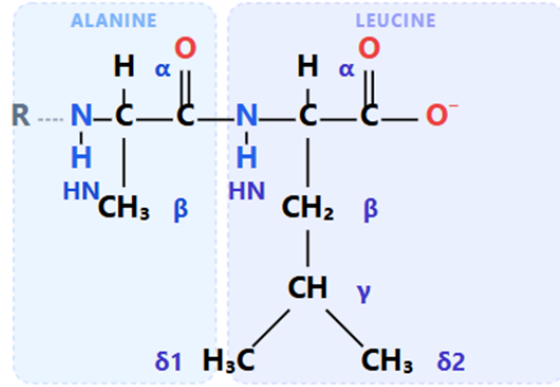
Quel type de multiplet et quelles intensités relatives des composantes attendez-vous pour le signal RMN d'hydrogène  $^1\text{H}$  du groupement méthyle dans l'éthanol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  [1 points].

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

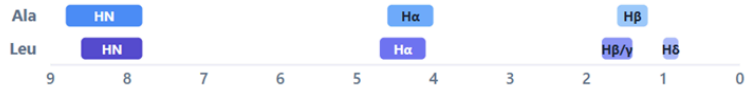
**Section 3**

Une macromolécule se termine par la séquence ALA-LEU (une Alanine suivie par une Leucine). Sachant que les protons amides (HN) du squelette résonnent entre 10 et 7.5 ppm, attribuer toutes les fréquences observables à l'aide des tableaux des fréquences et des spectres bidimensionnels COSY et NOESY (seuls ces deux acides aminés sont visibles). [4 points]

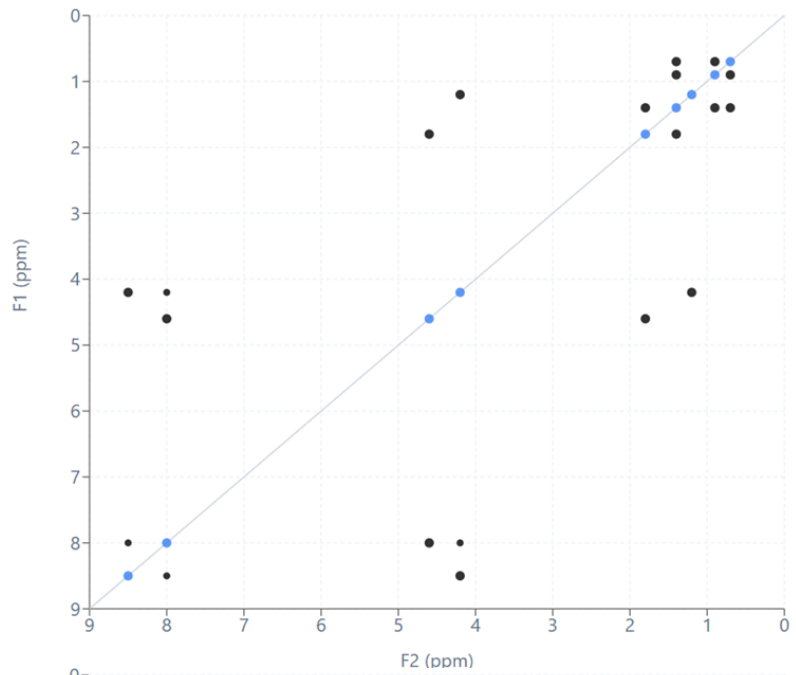
RÉSIDU	ATOME	DÉPLACEMENT CHIMIQUE (PPM)
Alanine	HN	
	H $\alpha$	
	H $\beta$	
Leucine	HN	
	H $\alpha$	
	H $\beta$	
	H $\gamma$	
	H $\delta 1$ , H $\delta 2$	



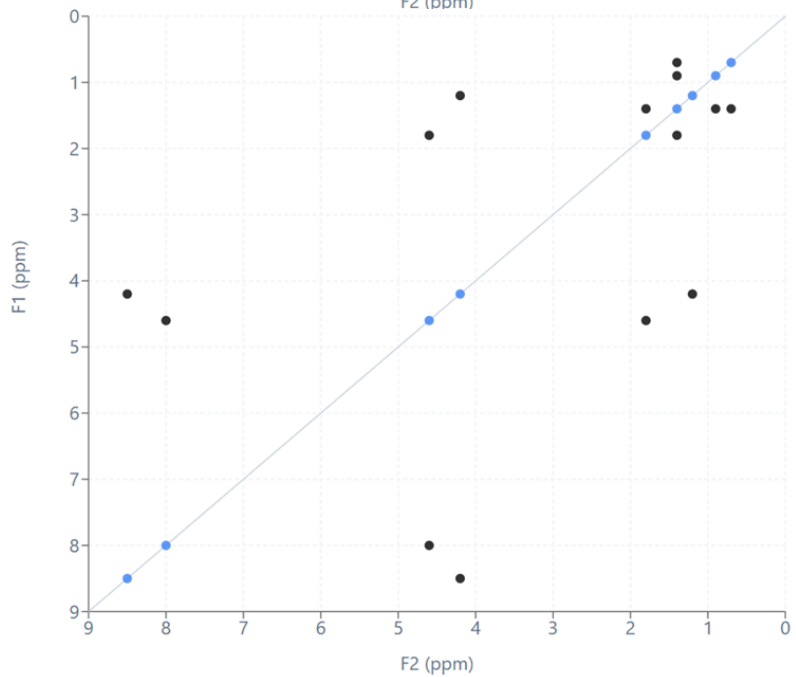
PLAGES TYPIQUES (STANDARD)



NOESY



COSY



### Partie M. Ramos-Martín [7 points]

1. Concernant les conditions aux limites périodiques (PBC) utilisées en simulation, cochez la ou les affirmation(s) correcte(s) [2 points] :

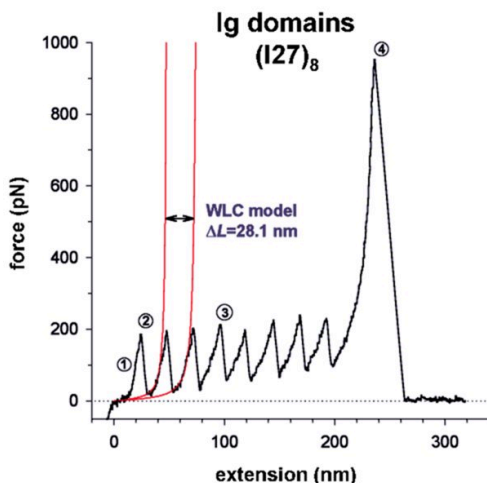
- A. Elles créent des murs rigides autour de la boîte sur lesquels les atomes rebondissent pour rester dans le volume défini.
- B. Elles permettent de simuler un système "infini" (bulk) pour s'affranchir des effets de surface.
- C. Si une particule sort de la boîte par la droite, elle réapparaît instantanément par la gauche avec la même vitesse.
- D. Elles servent uniquement à la visualisation esthétique de la molécule et n'influencent pas le calcul des interactions.

2. Vous comparez quatre fichiers PDB potentiels pour votre étude, obtenus par cristallographie aux rayons X. Ils affichent les résolutions suivantes [1 point] :

Fichier A : 2.5 Å  
Fichier B : 1.2 Å  
Fichier C : 3.0 Å  
Fichier D : 1.8 Å

Lequel de ces fichiers possède la résolution la plus élevée (la meilleure qualité structurale) ? Expliquez brièvement votre raisonnement (qu'est-ce que cette valeur représente physiquement ?).

3. Vous étudiez la stabilité mécanique d'une protéine modulaire constituée par 8 domaines à l'aide de la spectroscopie de force par AFM (Atomic Force Microscopy).



Sur le graphique Force/Extension obtenu, on observe un profil caractéristique en "dents de scie" (sawtooth pattern). Quel phénomène correspond à chaque maximum de force immédiatement antérieur à la chute de la courbe ? [0,5 point]

Quelle information majeure cette technique apporte-t-elle par rapport à une structure statique obtenue par cristallographie ? [0,5 point]

4. Pour analyser vos structures ou trajectoires dans PyMOL, quel mode de représentation choisiriez-vous pour visualiser au mieux les éléments suivants ?

- A. Pour identifier clairement les structures secondaires (hélices  $\alpha$  et feuillets  $\beta$ ) et suivre leur organisation globale [0,5 point] :
- Lignes (Lines)

- Cartoon (Rubans)
- Surface
- Spheres (Sphères/CPK)

B. Pour visualiser le volume accessible, la forme globale de la protéine et les poches potentielles en surface [0,5 point] :

- Sticks (Bâtonnets)
- Cartoon (Rubans)
- Surface
- Backbone (Squelette)

5. Pour chacune des quatre situations de recherche décrites ci-dessous, indiquez quel type de champ de forces est le plus approprié : Tout Atome (All Atom – AA) ou Gros Grains (Coarse Grained – CG). Justifiez brièvement votre choix en une phrase pour chaque cas [2 points].

- Situation A : Vous voulez comprendre le mécanisme exact de rupture d'un pont hydrogène spécifique au sein du site actif d'une protéine lors de la liaison d'un médicament.
- Situation B : Vous souhaitez observer l'auto-assemblage spontané de milliers de lipides dispersés dans l'eau pour former une vésicule complète, un processus qui prend environ 10  $\mu$ s.
- Situation C : Vous étudiez l'effet d'une mutation ponctuelle (remplacement d'une Alanine par une Valine) sur l'encombrement stérique local dans une hélice alpha.
- Situation D : Vous désirez simuler la diffusion latérale d'une protéine transmembranaire sur une très grande surface de membrane pour calculer son coefficient de diffusion sur une échelle de temps très longue.



**Licence 3 SVT - Parcours Biologie et Physiologie Cellulaires et Sciences de la Vie, de la Terre et de l'Univers**

**UE « Physiologie Cardiovasculaire et Respiratoire »**

Session 1 - janvier 2026

---

Durée de l'épreuve 2 heures

*Les 2 sujets sont à composer sur 2 copies séparées. L'utilisation de documents, d'appareils électroniques et d'objets connectés est formellement interdite pendant toute la durée de l'épreuve.*

**Partie « Cardiovasculaire » (M. Gautier) - 1 heure, 10 points :**

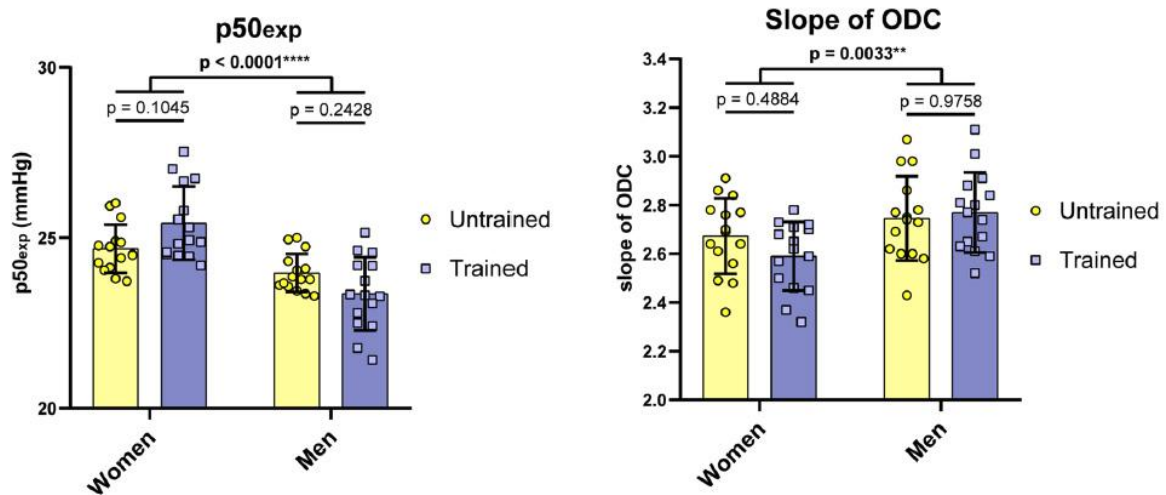
1. Décrivez en détail et à l'aide d'un schéma la propagation de l'excitation électrique dans le système de conduction du cœur.
2. Expliquez le processus de génération de l'impulsion électrique et discutez des mécanismes cellulaires et moléculaires de régulation de la fréquence cardiaque par le système nerveux autonome (l'utilisation de schémas annotés est demandée).
3. Quelles sont les tuniques qui forment la paroi artérielle ? Quels sont les 2 facteurs qui régulent le tonus basal d'une artériole ?

**Partie "Respiration" (M. Kischel) – 1 heure, 10 points :**

1 – La ventilation chez l'Homme: structures impliquées (2 points), fonctionnement (2 points), régulation (3 points). *Remarque: ce n'est pas une dissertation, mais une question de synthèse qui nécessite de rester le plus concis possible en citant presque uniquement des mots clés importants (25 lignes max., schémas si nécessaire, temps recommandé de 20 min max.).*

2) *Remarque préliminaire: pour ce deuxième exercice, ne cherchez pas la complication, mais la précision et la concision. Une ou deux phrases simples et compréhensibles vous rapporteront plus qu'un long paragraphe confus.*

Les histogrammes ci-dessous représentent les valeurs de p50 et de pente des courbes de dissociation de l'oxyhémoglobine chez 60 sujets (hommes et femmes) entraînés ou pas (15 sujets par catégorie). Les tests ont été effectués dans des conditions standardisées, c'est à dire même environnement de test pour les deux sexes (Balcerek *et al.*, 2020). Note: ODC = Oxyhaemoglobin Dissociation Curve, Slope = pente.

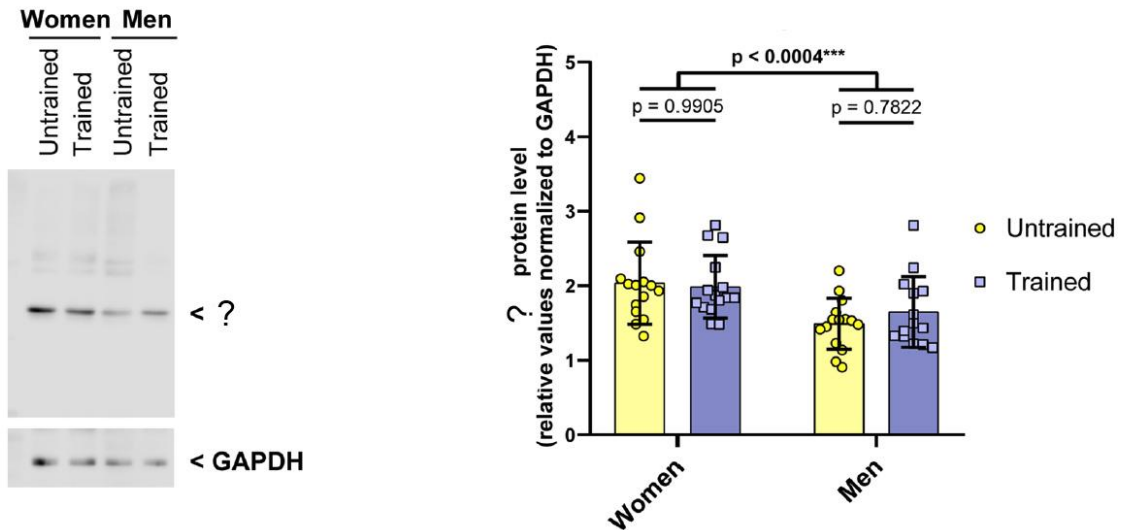


a – Définissez la p50 et rappelez quels sont les 4 facteurs pouvant l'affecter (5 lignes max., 2 points).

b – Quelles sont les différences mises en évidence par cette étude ? (2 lignes max., 1 point).

c – Parmi ces facteurs, quel serait celui probablement impliqué ici? Argumentez brièvement pour chaque facteur pourquoi vous pouvez logiquement le retenir, pourquoi il est logique de le rejeter, ou enfin s'il vous manque des informations pour trancher (8 lignes max., 4 points).

d – Sachant qu'aucune différence de pH n'a été retrouvée entre les sexes (entre sujets non entraînés d'une part et sujets entraînés d'autre part), les auteurs ont vérifié l'expression d'une enzyme dans des extraits protéiques sanguins. Dans la figure ci-dessous, un western-blot représentatif de l'expression d'une enzyme (notée "?", l'expression de la protéine GAPDH étant utilisée comme référence de normalisation entre les puits) est montré à gauche, tandis qu'à droite, les histogrammes montrent l'expression globale de cette enzyme chez tous les sujets.



d1 - Quelle peut être cette enzyme (peu importe son nom, décrire sa fonction et le produit final). Ce produit final affecte-t-il la p50 au niveau pulmonaire, au niveau systémique ou aux deux niveaux? (8 lignes max., 4 points).

d2 – La différence d'expression de cette enzyme trouvée entre les deux sexes permet-elle d'expliquer les différences de p50 entre sexes? (4 lignes max. + courbes de dissociation à tracer, 2 points).

**L3S5- Examen UE Géoécologie appliquée**

**Session 1- janvier 2026**

Téléphones portables, et documents de cours interdits.

Chaque sujet des 3 disciplines devra être rendu dans une feuille d'examen à part.

Pensez à préparer vos réponses et schémas sur un brouillon au préalable

**Sujet 1 ou partie Hydrogéologie-Pédologie** (*Glisser les feuilles de réponse du sujet 1 dans une copie d'examen spécifique*)

***Sur 2 pages associées à ce sujet vous trouverez 4 figures (3 cartes et 1 photo aérienne) du secteur de Hangest-sur-Somme (80). Vous glisserez l'ensemble des feuilles (figures et sujet de composition) dans la feuille d'examen « hydrogéologie » cachetée.***

**1)** Dans quelles régions géographiques/géologiques de France trouve-t-on des eaux de nappes à faible dureté (douces) ? Expliquez pourquoi. Réponse totale en 4 lignes maximum (conseil, préparez-là sur un brouillon). (1.5pt)

**2)** Quel facteurs environnementaux (biotiques et abiotiques) favorisent ou limitent l'érosion des sols ? Vous répondrez en 4-5 lignes maximum en vous appuyant sur l'équation de perte en sol Universelle. (1.5pt)

**3)** Sur la série de figures (cartes et photo aérienne) l'emplacement d'une cuve de fioul lourd a été signalé par une étoile rouge. Un scénario de pollution par infiltration doit être envisagé. Indiquez sur la figure la plus appropriée le trajet d'une pollution sur 3km en cas de fuite et d'infiltration du fioul jusqu'à la nappe phréatique. (1.5pt)

**4)** D'après les cartes fournies, dans quelle roche est hébergée la nappe phréatique locale ? Quelle est l'épaisseur de cette nappe au centre du triangle rouge? Présentez votre calcul. (1.5pt)

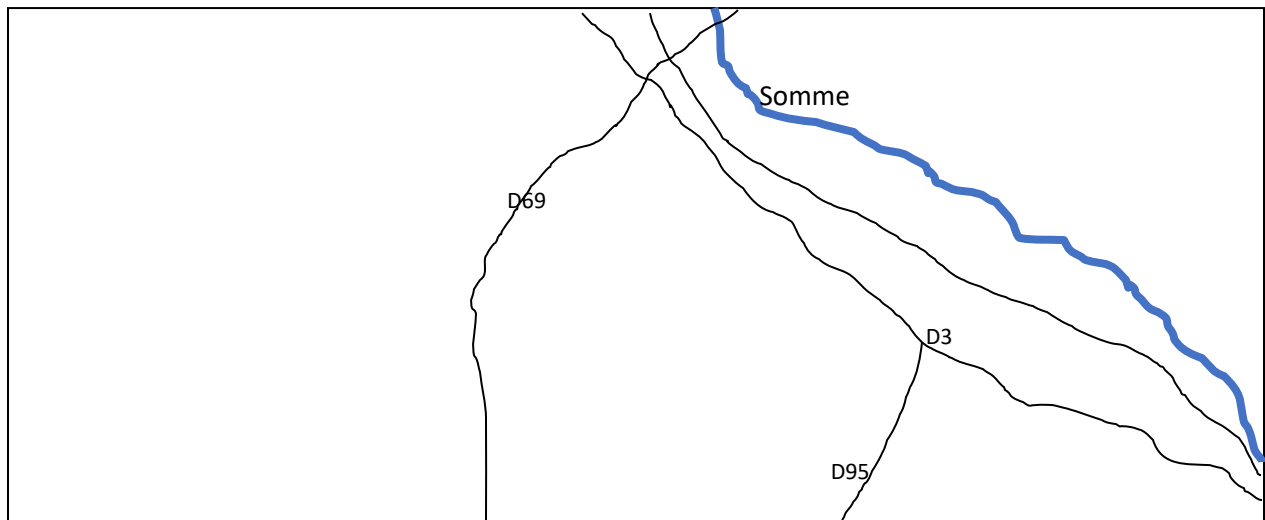
**5)** Trois prélèvements d'eau sont réalisés au niveau d'un sol forestier (1), d'un champ (2), du ruisseau St-Landon (3) et du fleuve Somme (4). Commentez et interprétez les résultats de leurs analyses hydrochimiques en 10-15 lignes maximum. Ces commentaires suivront le fil logique du chemin de l'eau dans le paysage. (4pt)

	Eau point 1	Eau point 2	Eau point 3	Eau point 4
<b>pH</b>	5.2	7.3	7.6	7.8
<b>Dureté totale (°d)</b>	5	21	31	30
<b>Phosphates (mg/L)</b>	1.1	3.5	1.3	1.4
<b>Nitrates (mg/L)</b>	3.2	33	29	27

**N° Etudiant :**

**Sujet 2 ou Partie Ecologie végétale** (10 points)

- 1- **Citez de façon organisée** les facteurs pouvant conditionner les associations phytosociologiques en général. Pensez en les citant à **justifier leurs impacts** sur les espèces végétales voire la distribution de la végétation **en utilisant le vocabulaire associé**.
- 2- Parmi les espèces relevées dans un des sous-bois on trouve la présence de l'espèce indicatrice suivante : *Potentilla erecta* annotées selon les indices d'Ellenberg, L 4/ F 7/ R 3/ N 2/ S 0 avec L pour l'indice lumière, F pour l'humidité, R pour le pH, N pour azote et S pour sel. Chacun des indices est sur un gradient allant de 1 à 9 sauf pour F où l'indice spécifique peut aller jusqu'à 12.  
  
Parmi les trois stations boisées étudiées (1, 3, 4b) dans laquelle seriez-vous susceptible de la trouver ? Justifiez votre réponse à l'aide de l'indication écologique donnée par sa présence.
- 3- Précisez les facteurs qui vous semblent être déterminants pour la végétation rencontrée dans le cas de la station 1 et 4b de la photographie aérienne.
- 4- Brièvement, comment procéderiez-vous pour décrire la couverture végétale présente dans une des stations et mettre en valeur ce qui fait sa spécificité en termes d'association végétale et de caractérisation du milieu ?
- 5- A main levée représentez ci-dessous à l'échelle de la photographie aérienne les séries de hêtraie-chênaie sessile acidophile et d'aulnaie calcicole présentes. Vous respecterez la charte des couleurs initiée par Gaussen pour représenter les conditions écologiques des unités cartographiques de la végétation et en tenant compte de l'occupation des sols, mais aussi les règles de présentation d'une figure.



### **Sujet 3 ou partie Ecologie animale (10 points)**

Au sein des habitats de type forestier (1) et de bord de Somme (4), différentes méthodes de piégeage ont été combinées pour échantillonner les communautés d'invertébrés (10 répliquas par méthode et par site).

L'habitat forestier présente une végétation structurée en de multiples strates et un sol peu épais et est constitué de limons argileux et silex sur 50 cm à 1 m d'épaisseur.

La végétation du bord de Somme au point 4a de la carte est plutôt basse et clairsemée, principalement herbacée avec quelques arbustes épars, et se développe sur un sol très peu épais à texture (granulométrie) grossière.

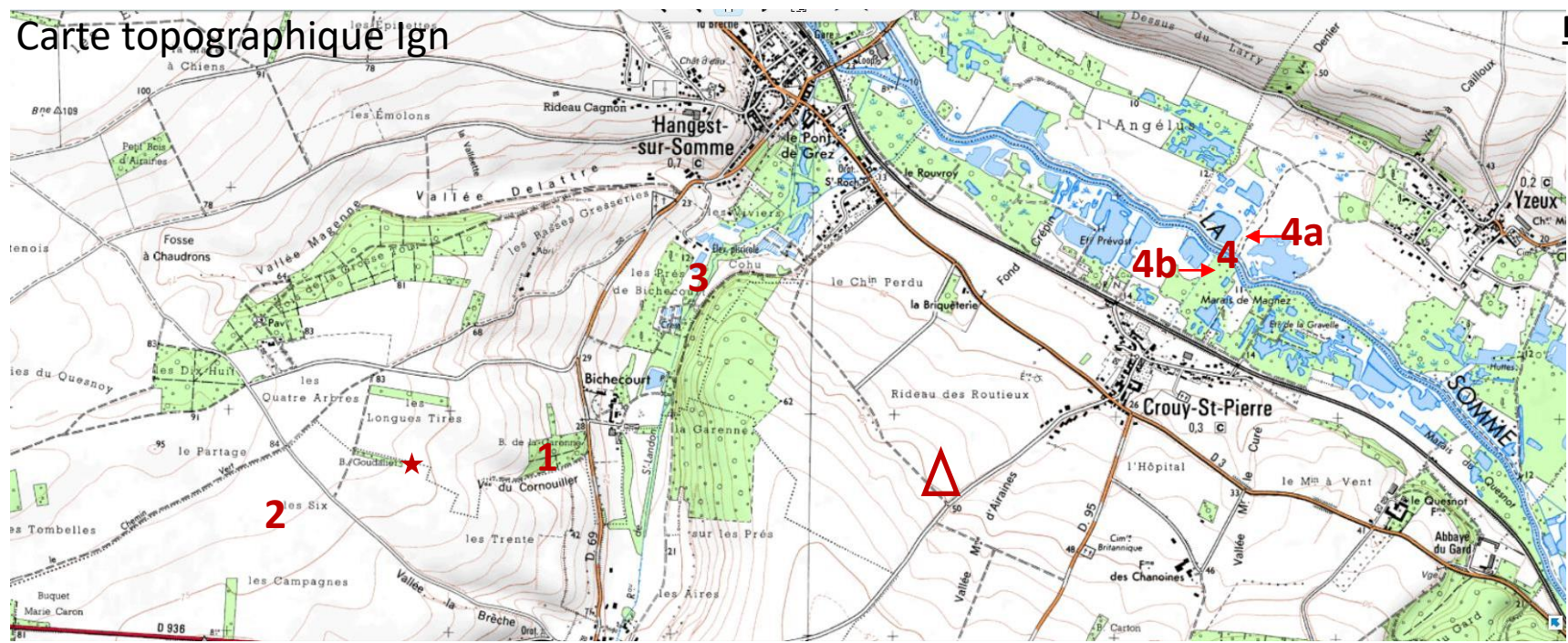
**L'abondance moyenne des différents taxons collectés dans ces habitats est présentée dans le tableau 1.**

- 1) Comparez la structure des communautés d'invertébrés des habitats échantillonnés (Tableau 1). En vous appuyant sur les informations tirées des sujets 1 et 2, et sur vos connaissances des facteurs écologiques biotiques et abiotiques, quelles hypothèses raisonnables pouvez-vous proposer pour expliquer les similitudes et/ou différences de structure des communautés observées ?
- 2) Dans quels habitats vous attendriez-vous à obtenir l'indice de Shannon le plus élevé ? Justifiez votre réponse en 5 lignes maximum. (Ne pas calculer l'indice)
- 3) Quel protocole de piégeage (pouvant combiner plusieurs méthodes) proposeriez-vous pour collecter les organismes figurant dans le Tableau 1, dans une perspective de comparaison de la diversité des communautés des 2 habitats sélectionnés. Justifiez le choix de chaque méthode de piégeage.

**Tableau 1** : Nombre moyen d'individus capturé par taxon et par habitat (calcul sur l'ensemble des répliquas et méthodes de piégeage).

<b>Abondance taxon / Habitat</b>	<b>1</b>	<b>4a</b>
<i>Acarien décomposeur</i>	78.2	7.8
<i>Acarien prédateur</i>	33.8	2.5
<i>Arachnide araneidae</i>	42.4	11.5
<i>Coléoptère (altise)</i>	0	6.6
<i>Coléoptère curculionidae (charançon)</i>	14.2	3.4
<i>Coléoptère endogé</i>	18.9	0.2
<i>Crustacé isopode</i>	11.7	18.7
<i>Odonate anisoptere</i>	0	9.5
<i>Gastéropode (escargot)</i>	7.2	15.4
<i>Hémiptère aphidoidea (puceron)</i>	66.1	2.3
<i>Hexapode collembole</i>	110.3	0.1
<i>Myriapode chilopode</i>	8.3	1.4
<i>Myriapode diplopode</i>	9.1	0.5

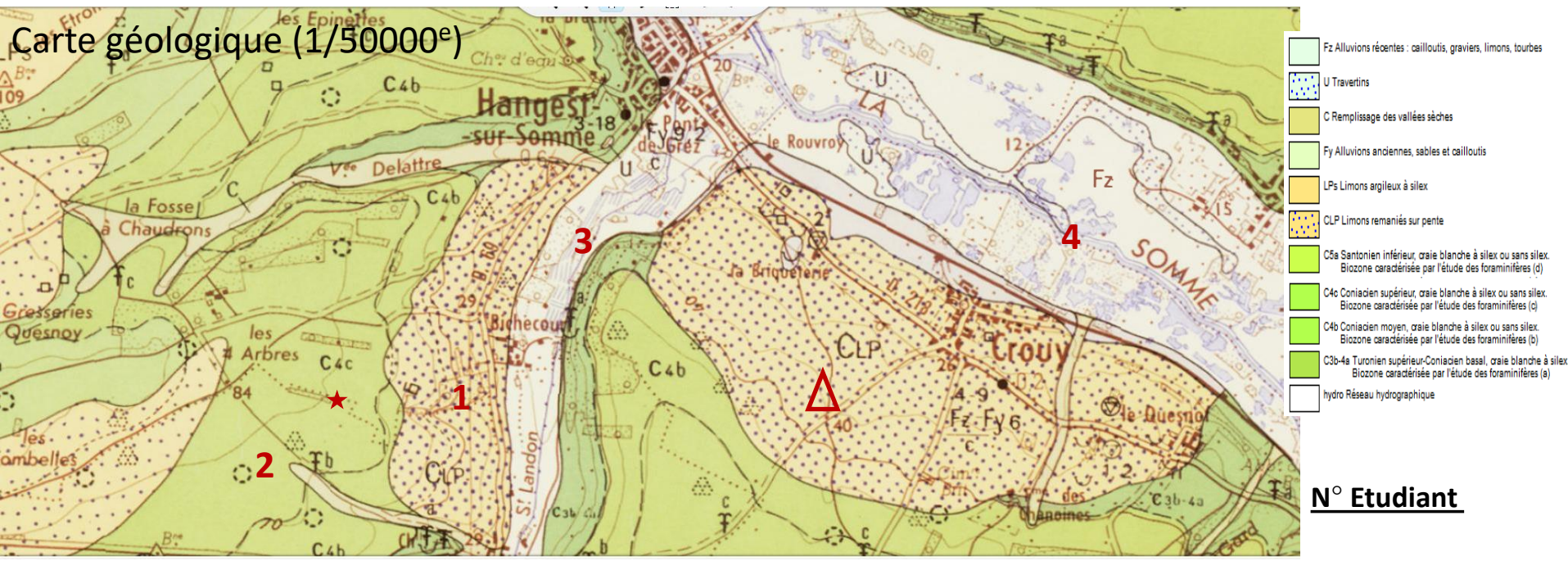
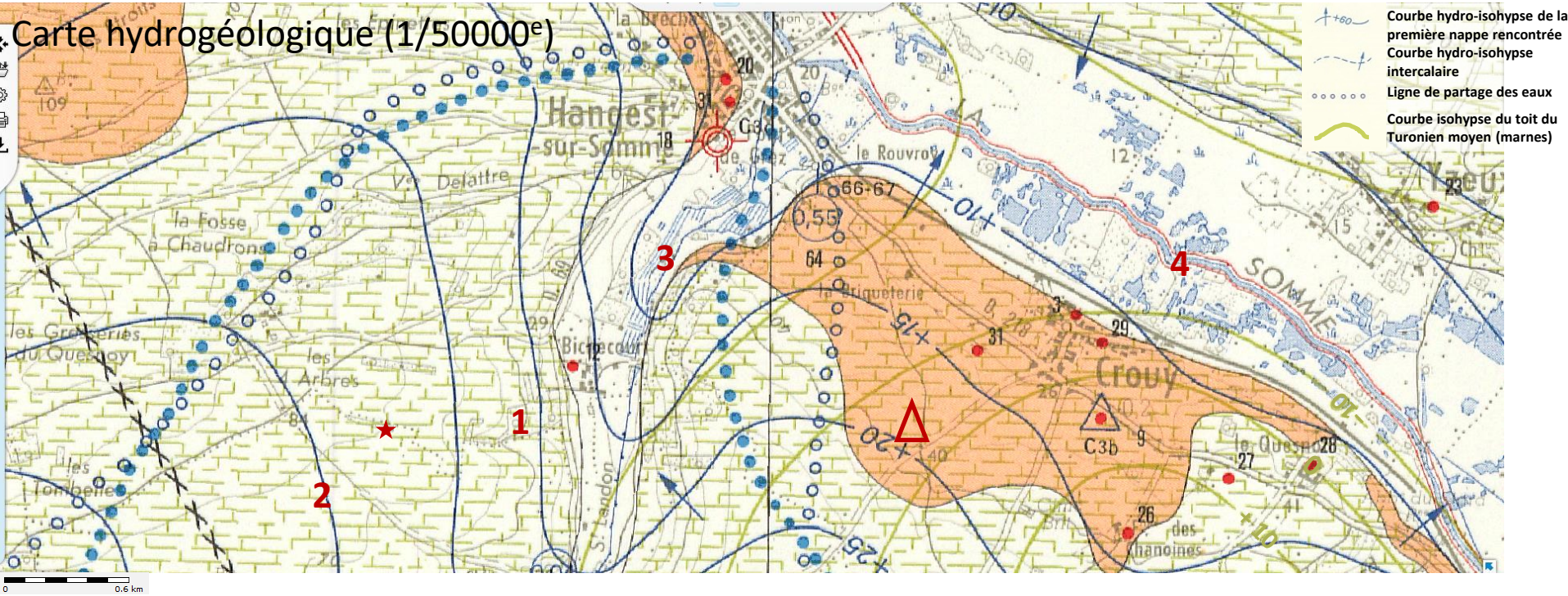
# Carte topographique Ign



★ Cuve de fioul

# Photographie aérienne





**Licence Sciences de la Vie et de la Terre – Semestre 5**  
**Session 1 – Janvier 2026**  
**EC Biologie des Métazoaires Protostomiens - Durée : 2 heures**

*Examen terminal (3 pages) - Total de l'épreuve (Questions I à V) : sur 80 points*

**Question I.            Plathelminthes        (6 points)**

Pour une espèce parasite de votre choix, présentez l'ensemble des adaptations de l'adulte à la vie parasitaire. Indiquez la classe de Plathelminthes à laquelle appartient cette espèce, précisez le(s) hôte(s) au(x)quel(s) sont inféodés ces stades adultes, ainsi que leur localisation au niveau de ces hôtes.

**Question II.            VRAI/FAUX + commenter        (10 points)**

**Commentez les 10 affirmations ci-dessous en apportant une justification courte à votre réponse, et en l'appuyant si besoin sur des exemples pertinents.**

1. Les Arthropodes terrestres excrètent uniquement leurs déchets du métabolisme azoté sous forme d'acide urique via un orifice excréteur indépendant.
2. Les Hexapodes aquatiques doivent remonter à la surface pour respirer.
3. Les Nématodes n'ont pas d'appareil excréteur ni d'appareil circulatoire.
4. Les Acariens sont des Ecdysozoaires et appartiennent au clade des Hexapodes.
5. Les Hexapodes ont un cerveau simple ne permettant pas des fonctions cognitives complexes.
6. La métamérie des Chélicérates est homologue à la métamérie des Mandibulates.
7. Les Annélides ont un développement indirect impliquant l'éclosion d'une larve trochophore.
8. L'arénicole des pêcheurs est une espèce ingénieuse des écosystèmes.
9. Le pied des Mollusques peut servir à assurer diverses fonctions vitales.
10. Le proboscis des Némertes correspond à la partie antérieure dévaginable de leur tube digestif.

**Question III. Arthropodes – Question de synthèse (33 points)**

- 1) Donnez un titre complet à chacun des 4 documents ci-dessous. (2 pts.)
- 2) Légendez les Figures 3 et 4, en reportant les lettres (pour la Figure 3) ou les numéros (pour la Figure 4) des légendes sur votre copie. (3pts.)
- 3) A partir de ces documents ci-dessous, montrez comment les caractéristiques morphologiques des Arthropodes ont contribué à leur succès évolutif. (20 pts.)
- 3) Quelles autres caractéristiques des Arthropodes peuvent aussi avoir contribué à ce succès ? Pour chacune, expliquez en quoi et comment. (8 pts.)

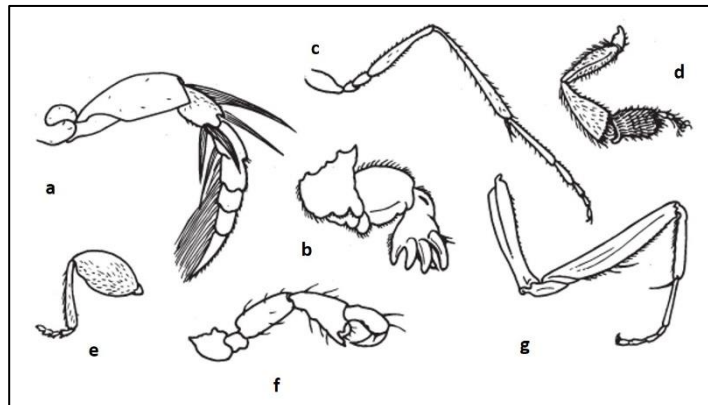
**Figure 1.**



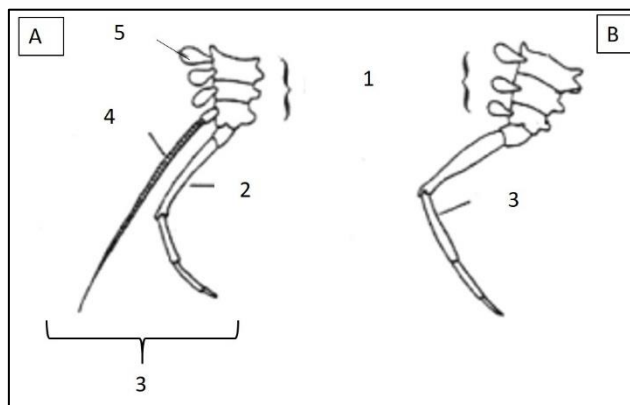
**Figure 2.**



**Figure 3.**



**Figure 4.**



**Question IV.          Mollusques          (16 points)**

- 1) A quel(s) clade(s) de Protostomiens appartiennent les Mollusques ? (1 pt.)
- 2) Citez les 8 Classes principales de Mollusques et donnez un exemple d'espèce pour chacune. (2 pts.)
- 3) Décrivez brièvement l'organisation générale d'un Mollusque en nommant les principaux caractères qui définissent ce phylum. (4 pts.)
- 4) Qu'est-ce que la radula ? Quel est son rôle et chez quelle(s) Classe(s) de Mollusques est-elle absente ? Expliquez, à l'aide d'exemples, comment la radula est adaptée à différents régimes alimentaires chez les Mollusques qui en sont pourvus. (5 pts.)
- 5) Dans quelle(s) Classe(s) de Mollusques trouve-t-on des espèces terrestres ? Au sein d'une même Classe, comparez le système respiratoire de ces Mollusques terrestres avec celui des Mollusques marins. (3 pts.)
- 6) En quoi et comment les Mollusques sont-ils importants pour l'homme ? (1 pt.)

**Question V.          Annélides          (15 points)**

- 1) Définissez le terme "annélide".  
  
Qu'est-ce que la métamérie ? Pourquoi est-elle importante d'un point de vue fonctionnel et évolutif chez les Annélides ? Expliquez à l'aide d'exemples précis. (4 pts.)
- 2) Décrivez le système circulatoire des Annélides. En quoi est-il différent de celui des Mollusques ? (3 pts.)
- 3) Quelle est la fonction des soies (chètes) chez les Polychètes ? Donnez des exemples d'adaptations liées à ces structures. (3 pts.)
- 4) Un lombric et une sangsue vous sont distribués à l'état de spécimens vivants en déplacement sur un substrat humide : comment les distinguez-vous l'un de l'autre ? Sur quel(s) critère(s) morphologique(s) et/ou fonctionnel(s) ? (2 pts.)
- 5) Quels types de reproduction peut-on observer chez les Annélides ? Décrivez les en donnant un exemple pour chaque type. (3 pts.)

**Licence Sciences de la Vie et la Terre S5 - Session 1 - Janvier 2026**  
**EC Génétique du développement - Durée totale de l'épreuve : 2 heures**

*Traiter les deux sujets : A)(pages 1 et 2) et B)(page 3) (sur 20 points chacun)*

**A) Sujet G. Doury (4 questions ; rédiger sur la copie n°1) (durée conseillée 1 heure)**

**Question 1) (3 points)**

Qu'appelle-t-on « gènes maternels » au cours du développement précoce de l'embryon de drosophile ? Après en avoir donné une définition précise, présentez deux exemples de gènes maternels de votre choix en précisant, pour chacun : la nature de la protéine codée, son (ses) rôle(s) au cours du développement précoce de l'embryon, le phénotype des embryons présentant une mutation de perte de fonction totale (LOF) pour le gène considéré, et le phénotype des descendants de ces embryons.

**Question 2) (6 points)**

a) Le gène *engrailed-1* intervient dans le développement des membres chez les Vertébrés. Expliquez le rôle de la protéine Engrailed-1, d'un point de vue moléculaire, dans l'acquisition de la destinée cellulaire, en décrivant les processus moléculaires et cellulaires impliqués.

b) Quel est son homologue chez la drosophile ? Comment intervient-il dans le développement des appendices tels que l'aile ? Décrivez les processus moléculaires et cellulaires impliqués.

c) Expliquez pourquoi il est impossible d'étudier les effets phénotypiques de mutations de perte de fonction totale du gène *engrailed-1* ou de son homologue lors de processus tardifs du développement, tels que la mise en place des membres chez les Vertébrés ou des ailes chez la drosophile ? Décrivez les stratégies expérimentales utilisables dans chacun de ces deux modèles pour permettre l'étude de sa fonction.

**Question 3) (7 points)**

a) Qu'est-ce que la « cellule ancre », et quel est son rôle dans le développement de la vulve chez le nématode *Caenorhabditis elegans* ?

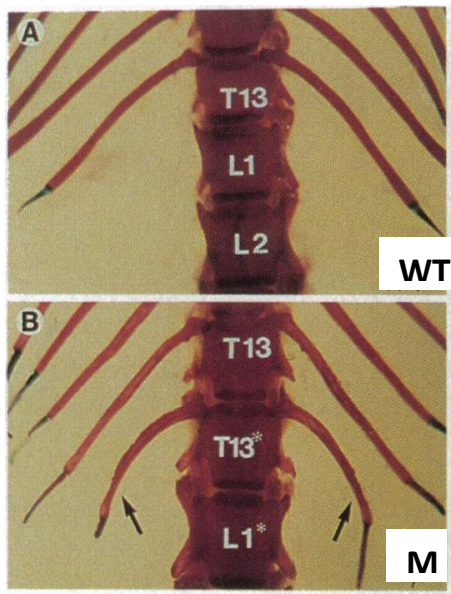
b) Si une « cellule ancre » est détruite à l'aide d'un faisceau laser dans un embryon en développement, quel sera le phénotype de la vulve chez cet individu au stade adulte ?

c) Expliquez pourquoi, en décrivant les mécanismes cellulaires, génétiques et moléculaires qui sous-tendent l'acquisition de chaque type de destinée par les cellules précurseurs de la vulve quand la « cellule ancre » n'est justement pas ablatée. Décrivez également la voie de signalisation cellulaire correspondante.

d) Comparez brièvement les acteurs de cette signalisation cellulaire à leurs homologues chez les Vertébrés.

**Question 4)**

**(3 points)**



La photographie A (en haut) montre l'organisation caractéristique des vertèbres et des côtes chez la souris (individu WT). La radiographie B (en bas) montre l'organisation de ces mêmes vertèbres chez une souris (M) présentant une mutation au niveau d'un gène clé.

*Remarques : le nombre de vertèbres n'est pas modifié et les deux photographies sont à la même échelle.*

a) Décrivez le phénotype des vertèbres chez l'individu mutant (M) par rapport à l'individu sauvage (WT). Quel est le nom du processus conduisant à l'obtention d'un tel phénotype ?

b) A quelle grande catégorie de gènes de développement appartient le gène muté ?

c) S'agit-il d'une mutation de perte de fonction ou de gain de fonction ? Justifiez votre réponse.

**B) Sujet O. Van Wuytswinkel (rédiger sur la copie n°2) (durée conseillée : 1 heure)**

Voir sujet correspondant sur la page suivante.

**Licence Biologie S5**  
**Module « Génétique du Développement »**  
**Session 1, Janvier 2026**

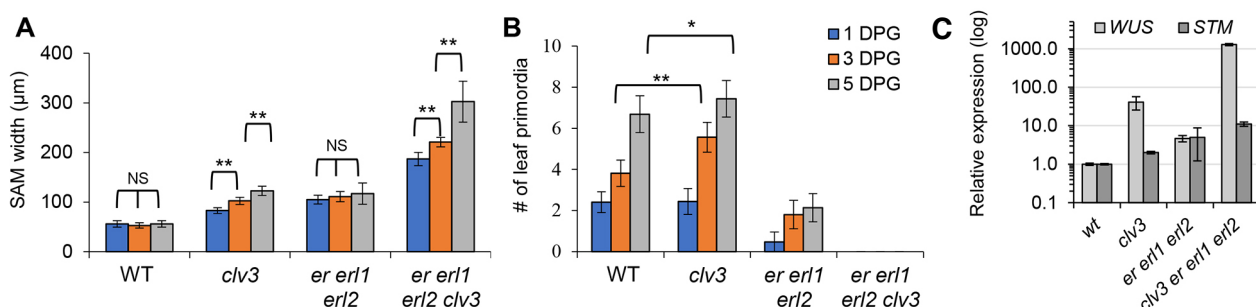
**Sujet O. Van Wuytswinkel (à rédiger sur une copie) 1h**

Le maintien des cellules souches dans les méristèmes apicaux (RAM pour « Root Apical Meristem » et SAM pour « Shoot Apical Meristem ») est un élément essentiel de leur fonctionnement.

Le maintien des cellules souches dans le SAM est contrôlé par deux groupes de gènes, les 3 gènes de la famille CLAVATA (*CLV1*, *CLV2* et *CLV3*) et le gène WUSCHEL (*WUS*).

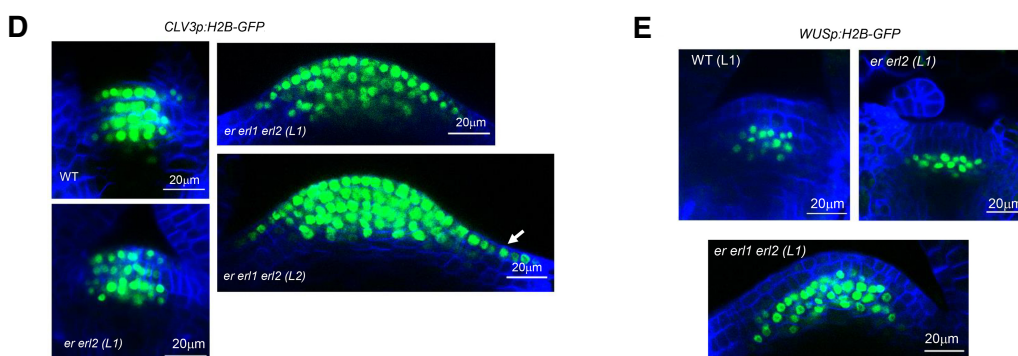
Un article publié en 2021 dans la revue *Development* (doi :10.1242/dev.189753) a permis de mettre en évidence l'implication des gènes de la famille ERf dans le processus de maintien des cellules souches du SAM. Les gènes ERf sont au nombre de 3 : ERECTA (ER), ERECTA-Like1 (ERL1) et ERECTA-Like2 (ERL2).

Ci-dessous vous sont présentés plusieurs figures extraites de cet article ainsi que leurs légendes simplifiées.



Les 2 premiers graphes ci-dessus décrivent (A) la largeur du SAM et (B) le nombre de primordia de feuilles produits par le SAM durant les 5 jours après la germination (DPG pour *Days Post Germination*). Le 3eme graphe (C) décrit le niveau de transcription du gène *WUS* (le gène *STM* ne nous intéresse pas ici !). Les mesures des 3 graphes ont été réalisées dans 4 fonds génétiques différents chez la plante modèle *Arabidopsis thaliana* : la plante sauvage (WT), le mutant *clv3*, le triple mutant *er erl1 erl2* et le quadruple mutant *er erl1 erl2 clv3*. Il est à noter que les double mutants ERf n'ont aucun phénotype (non montré sur les graphes !)

Les figures ci-dessous présentent des images du SAM de plantes transgéniques transformées par la construction *pCLV3::H2B-GFP* (D) et la construction *pWUS::H2B-GFP* (E). H2B code pour l'histone H2B qui est localisée dans le noyau des cellules et joue le rôle de gène rapporteur dans ces expérimentations. Le fond génétique des plantes utilisées est indiqué sur chaque image.



**Questions**

1/ Décrivez la fonction des gènes *CLV3* et *WUS* dans le maintien des cellules souches du SAM

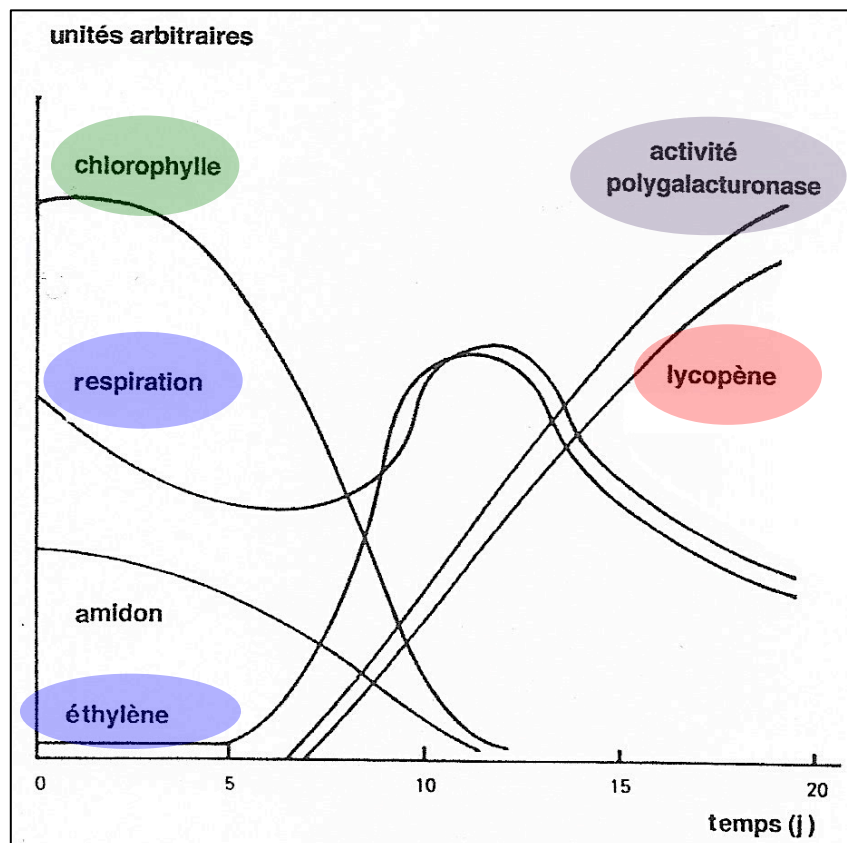
2/ Analysez la totalité des résultats présentés afin de décrire le rôle des gènes ERf dans le fonctionnement du SAM. A cette fin, utilisez les données décrites dans le cours.

**L3S5 - Module Régulateurs de la physiologie des plantes**  
Epreuve théorique - Session 1 - janvier 2026

**1/ Auxine et grandissement cellulaire (15 points).**

NB : Des **schémas** clairs et soigneusement légendés sont **recommandés**

**2/ Après avoir proposé un titre, vous décrivez et interprétez le graphique ci-dessous tiré d'une étude menée sur la tomate (5 points).**



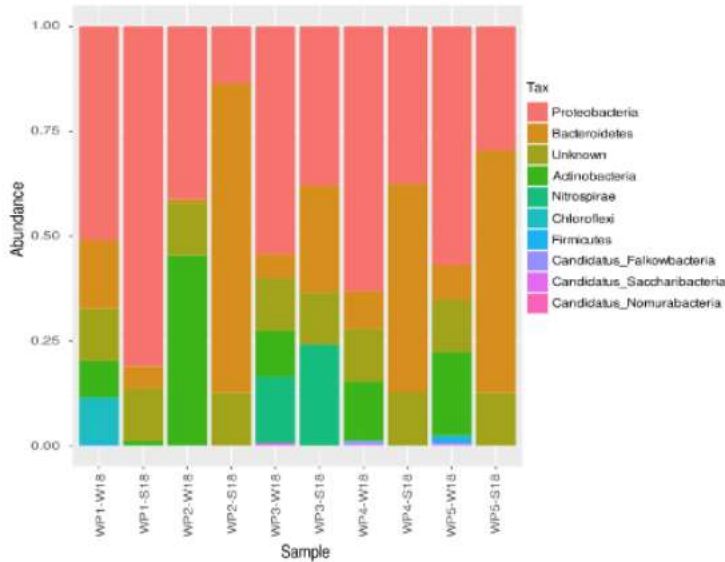
## S5 – Technologies Environnementales

### 1ère session (1h30) – Ressource

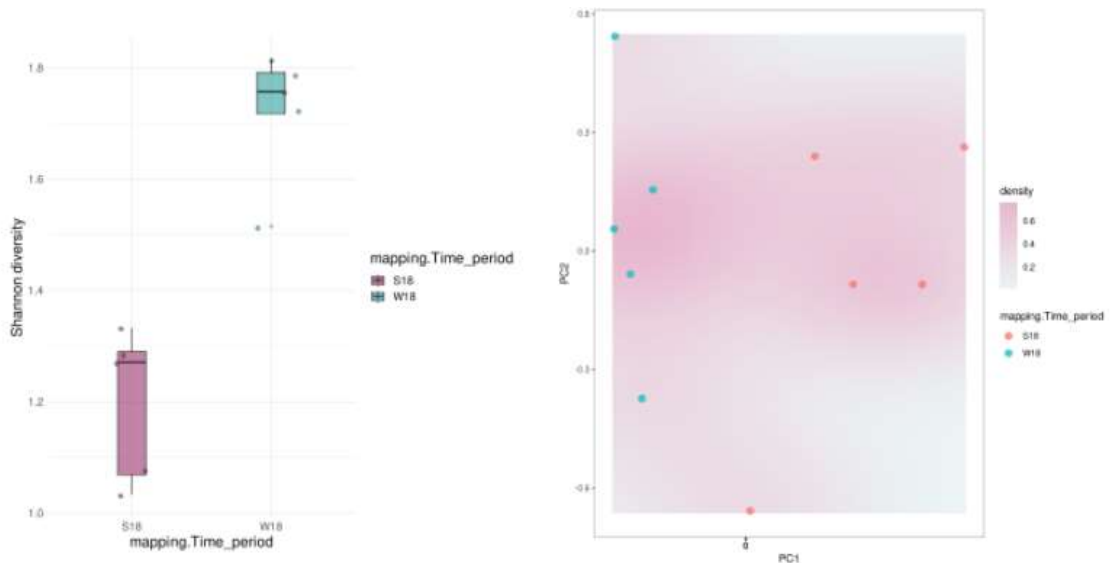
### Janvier 2026

#### Exercice 1

Une étude de métagénomique ciblée a été menée sur des échantillons d'eau prélevés dans 5 stations d'épuration le long d'un fleuve en été ou en hiver. Les résultats sont présentés dans les figures 1 à 3.



**Figure 1** : Composition microbienne d'échantillons d'eau prélevés dans 5 stations d'épuration le long d'un fleuve (WP1-5) en été (S18) ou en hiver (W18).



**Figure 2 (à gauche)** : Distribution des mesures de diversité alpha (Shannon) pour des échantillons d'eau en sortie de station d'épuration et prélevés en été (S18) ou en hiver (W18).

**Figure 3 (à droite)** : Distance (diversité beta) entre les échantillons. L'ordination a été réalisée suivant la méthode NMDS (non-metric multi-dimensional scaling) en utilisant les distances de Bray-Curtis et soulignent la différence de composition des échantillons en fonction de la saison.

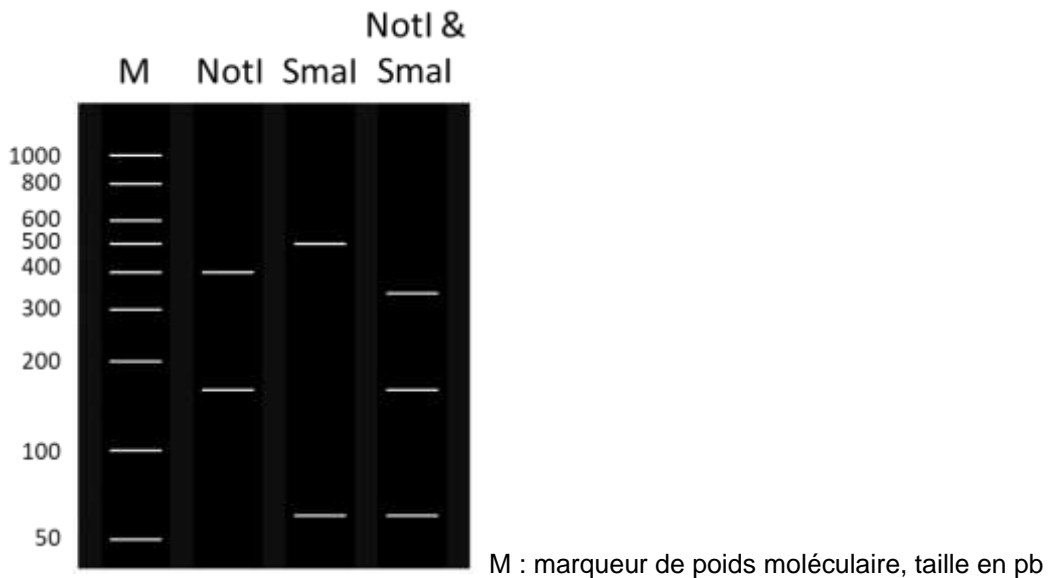
- 1) A l'aide d'un schéma, vous proposerez un protocole permettant de conduire ce projet.
- 2) Analysez les figures et proposez une interprétation de cette étude.

La séquence ci-dessous a été obtenue dans le cadre de ce projet :

```
>FM995605 Proteobacteria 16S rRNA gene 560 pb
TACTCTTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCCATGCCGCGTG
CGGGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAACCGCTTTTGTGTCAGGGAAGAAAAGTTCTGGGCTAATACCCCGGGA
CGATGACGGTACCTGAAGAATAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCA
AGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGCGGTCTTGCAAGACAGATGTGAAATCCCCGG
GCTTAACCTGGGAACTGCATTTGTGACTGCAAGGCTGGAGTACGGTAGAGGGGGATGGAATTCCGCGTGT
AGCAGTGAAATGCGTAGATATGCGGAGGAACACCGATGGCGAAGGCAATCCCCTGGACCTGTACTGACGC
TCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGATGTCAAC
TGGTTGTTGGGAGGGTTTCTTCTCAGTAACGTAGCTAACGCGTGAAGTTGACCGTACTCCTACAGCGGCC
```

- 3) Comment cette séquence a-t-elle été obtenue ?
- 4) Quel outil bioinformatique a permis d'identifier le génome bactérien dont est issu cette séquence ?

Cette séquence a été digérée par les enzymes NotI et SmaI. Les produits des simples et de la double digestion sont visualisés dans le gel ci-dessous :



- 5) Reconstituez la carte de restriction de cette séquence.

## Exercice 2

La carotte poussant difficilement dans les zones équatoriales et tropicales, un riz enrichi en carotène a été développé, le riz étant un aliment de base de nombreuses populations. Ce riz a ainsi été génétiquement modifié pour produire du bêta-carotène, un précurseur de la vitamine A, afin de lutter contre la carence en cette vitamine dans

ces pays pour la plupart en développement. Les chercheurs ont utilisé la technique de transformation du riz par *Agrobacterium tumefaciens* afin de créer un riz PGM ou riz doré. Pour faire fabriquer à ce riz le carotène, les chercheurs ont introduit dans le génome du riz, trois gènes, deux issu de la jonquille notés **syp** et **lyc** et un de la bactérie du sol *Erwinia uredovora*, noté **crt1**.

- 1) Veuillez préciser les avantages à utiliser *A. tumefaciens* pour la conception de plantes génétiquement modifiées (PGM).
- 2) A partir des informations ci-dessus, réalisez un schéma le plus complet possible expliquant la mise au point du riz doré, tout en précisant la façon dont vous allez sélectionner les plantes transformées.
- 3) Après avoir donné un exemple de NTG, préciser en quoi les plantes issues des NTG sont-elles différentes des plantes génétiquement modifiées (PGM)?
- 4) Expliquer en quelques phrases les rôles du Laboratoire Communautaire de référence.



## S5 – Technologies Environnementales

1<sup>ère</sup> session (0h30) – SAE

Janvier 2026

Dans une zone humide protégée, essentielle à la biodiversité régionale, de nombreuses populations d'amphibiens connaissent un déclin marqué. Des analyses environnementales ont révélé une forte augmentation de la concentration en nitrates dans les eaux, principalement due au ruissellement agricole. Certaines espèces semblent toutefois plus résistantes que d'autres à cette pollution, survivant mieux et présentant un taux de reproduction moins affecté.

Des observations préliminaires d'un groupe de recherche suggèrent que cette différence de sensibilité pourrait être liée à la variabilité génétique d'un gène impliqué dans la détoxification cellulaire chez ces amphibiens. Pour vérifier cette hypothèse, les chercheurs s'intéressent aux variations du **gène Y**, déjà identifié, afin de comprendre comment ces variations influencent la tolérance aux nitrates.

Votre objectif, au sein de cette équipe de recherche, est de déterminer **si la simple présence (ou absence) d'une version fonctionnelle de ce gène de détoxification pourrait être liée à la résistance ou, au contraire, à la vulnérabilité des individus face à la pollution par les nitrates.**

- 1) Les moyens de votre équipe étant limités, cette dernière vous demande de lister uniquement ce qui vous sera nécessaire pour répondre à votre objectif parmi le matériel et les solutions à disposition. Cochez la liste de matériel et la liste de solutions (Annexe 1) et joignez la feuille dans votre copie.
- 2) Précisez la fonction de 3 solutions que vous allez employer pour la mise en œuvre de votre protocole expérimental.
- 3) Représentez sous la forme d'un schéma expérimental les différentes étapes, **sans les détailler**, vous permettant de répondre à votre objectif. Votre matériel de départ sera constitué de deux lots : un prélèvement tissulaire provenant d'amphibiens résistants et un provenant d'amphibiens sensibles à la pollution aux nitrates.

Liste de Matériel à disposition	
Bain-Marie	
Bain-sec 65°C	
Balance de précision	
Banc UV	
Boîtes de Petri	
Centrifugeuse de paillasse	
Cônes 0,1-20 µL	
Cônes 100-1000 µL	
Cônes 1-10 mL	
Cônes 20-200 µL	
Cuve d'électrophorèse	
Cuve d'hydroponie	
Etuve 37°C	
Frigo (4°C) + Congélateur (-20°C)	
Lecteur de plaque/spectrophotomètre (405 nm)	
Nanodrop	
Papier absorbant	
Pipette 100 µL	
Pipette 1000 µL	
Pipette 10 mL	
Pipette 20 µL	
Pipette 5 µL	
Plaque ELISA 384 puits	
Plaque ELISA 96 puits	
Tapis de recouvrement plaque ELISA	
Thermocycler	
Tubes eppendorf 0,5 mL	
Tubes eppendorf 1,5 mL	
Tubes eppendorf 2 mL	
Tubes falcon 10 mL	
Tubes falcon 50 mL	
Tubes PCR	
Vortex	

Liste de solutions à disposition	
Acétate de Potassium	
Acétate de Sodium	
ADN Ligase	
Agarose	
Amorce anti-sens spécifique du gène X	
Amorce sens spécifique du gène X	
Anticorps primaire anti-protéine X	
Anticorps secondaire conjugués à phosphatase alcaline anti-anticorps primaire	
Diéthanolamine	
dNTPs 10 mM	
Eau distillée	
Enzymes de Restriction BsaI ; EcoRI ; PstI	
Ethanol 100%	
Isopropanol	
MgCl <sub>2</sub> 25 mM	
Midori	
Pastille de pNPP (révélation phosphatase alcaline)	
PBS Tween	
PBS Tween + BSA	
Phénol/chloroforme/isoamylalcool	
SDS 10 %	
Smart Ladder	
Solution d'ADNase	
Tampon de charge	
Tampon de fixation (ou "coating buffer")	
Tampon d'extraction	
Tampon Taq Polymérase 5X	
Tampon TBE 0,5X	
Tampon TE	
Taq Polymérase 5 U/µL	
Vert de méthyle acétique	

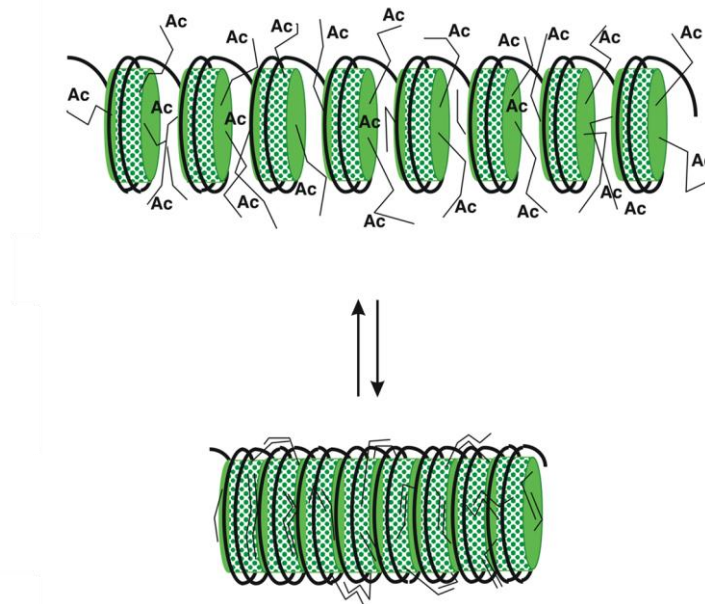
*Documents et appareils électroniques interdits*

Veillez répondre aux questions en développant et structurant vos réponses. Vous devez réaliser des schémas clairement annotés.

Vous répondrez aux deux sujets sur des copies séparées.

**SUJET 1 :**

1- Annotez ce schéma, identifiez les enzymes impliquées et analysez les conséquences des changements indiqués.



2- Le tableau ci-dessous représente les pourcentages de codons codant l'arginine chez différents organismes. Après avoir analysé le tableau, vous indiquerez ce que cela signifie en termes de capacité de traduction d'un ARNm et de la capacité à exprimer une protéine dans un système hétérologue.

	<i>E. coli</i>	Levure	<i>Droso.</i>	<i>A. thaliana</i>	Humain
Nb codons examinés =	10721	9361	8254	16255	33405
% AGG	3	17	14	23	22
% AGA	4	54	12	33	21
% CGG	8	2	15	9	19
% CGA	5	5	15	10	10
% CGU	42	17	16	18	9
% CGC	37	4	28	7	19

3. Décrivez la formation des micro RNA ainsi que leurs fonctions.

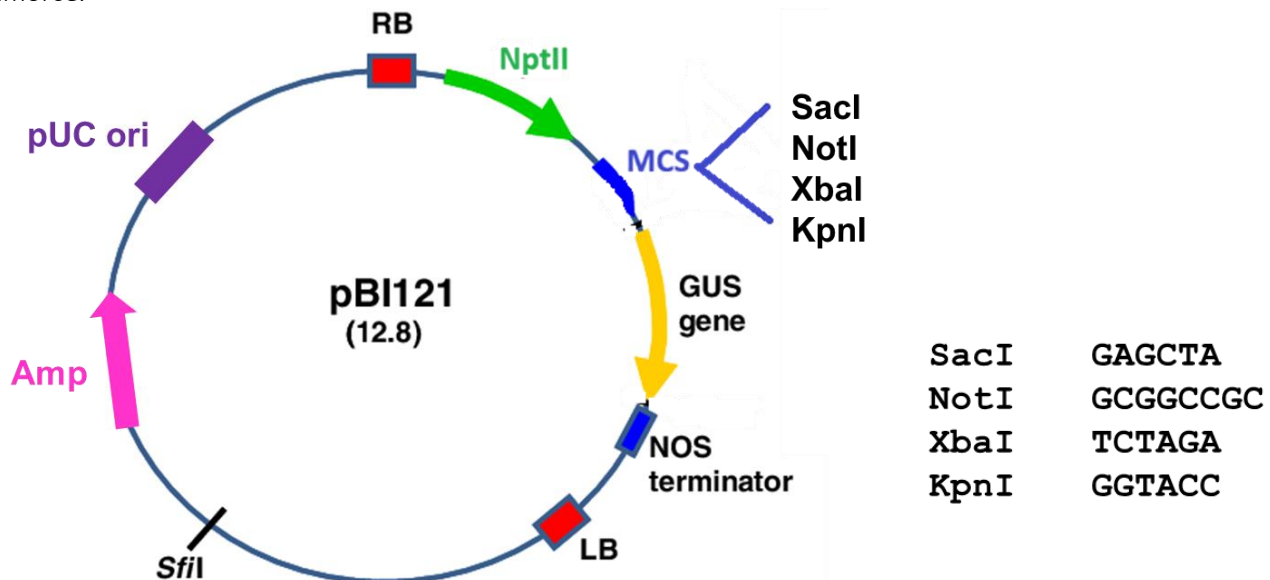
N° étudiant :

## SUJET 2 : Partie 1

On souhaite visualiser la réponse des plantes d'*Arabidopsis thaliana* à l'auxine. Pour cela, des plantes vont être transformées afin qu'elles expriment le gène rapporteur GUS (codant pour la Glucuronidase) sous le contrôle du promoteur *DFL1*, un promoteur actif en présence d'auxine.

Le vecteur pBI121 utilisé pour la transformation des plantes est représenté dans la figure 1.

Donnez la séquence de deux amorces utilisées en PCR pour amplifier environ 500 pb du promoteur du gène *DFL1* (figure 2) et le cloner dans le vecteur pBI121. Vous surlignerez sur le poly la séquence sur laquelle s'hybride chaque amorce.



**Figure 1 :** Vecteur pBI121 utilisé pour cloner le promoteur et séquences reconnues par les enzymes de restriction du MCS (site de clonage multiple).

```

1   aacactcact ttactctttt ttccctcttc accacttctc tctcaaacta aagacaaaag
61  ctcttctctc ttccctctct cttctccggc gaacaaaaga tgattacggc ggcggacttc
121 taccacgtta tgacggctat ggttccgtta tacgtagcta tgatcctcgc ttacggctct
181 gtcaaattgg ggaaaatctt cacaccagac caatgctccg gcataaaccg tttcgctcgt
241 ctcttegccg ttctctctct ctctttccac ttcacgcgag ctaacaacc ttacgccatg
301 aacctccggt tctcgcgcgc agattctctc cagaaagtca ttgtcctctc tctcctcttc
361 ctctgggtgca aactcagccg caacggttct ttagattgga ccataactct cttctctctc
421 tcgacactcc ccaacactct agtcatgggg atacctcttc tcaaaggcat gtatggtaat
481 ttctccggcg acctcatggt tcaaatcggt gttcttcagt gtatcatttg gtacacactc
541 atgctctttc tctttgagta ccgtggagct aagcttttga tctccgagca gtttccagac
601 acagcaggat ctattgtttc gattcatggt gattccgaca ttatgtcttt agatggaaga
661 caaccttttg aaactgaagc tgagattaaa gaagatggga agcttcatgt tactgttcgt
721 cgttctaatag cttcaaggtc tgatatttac tcgagaaggt ctcaaggctt atctgcgaca
781 cctagacctt cgaatctaac caacgctgag atatattcgc ttcagagttc aagaaacca
841 acgccacgtg gctctagttt taatcatact atgttttact cgatgatggc ttctgggtgg
901 ggtcgggaact ctaactttgg tcctggagaa gctgtgtttg gttctaaagg tcctactccg
961 agaccttcca actacgaaga agacggtggt cctgctaaac cgacggctgc tggaaactgct
  
```

**Figure 2 :** Séquence du promoteur *DFL1* (l'ATG indiquant le début de la phase codante est en gras)

N° étudiant :

## SUJET 2 : Partie 2

# Dramatic Repositioning of c-Myb to Different Promoters during the Cell Cycle Observed by Combining Cell Sorting with Chromatin Immunoprecipitation

Anita M. Quintana<sup>1</sup>, Ye E. Zhou, Janeth J. Pena, John P. O'Rourke, Scott A. Ness\*

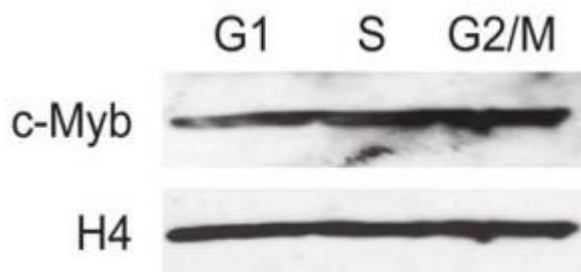
Department of Molecular Genetics and Microbiology, University of New Mexico Health Sciences Center, Albuquerque, New Mexico, United States of America

### Abstract

The **c-Myb transcription factor** is a critical regulator of proliferation and stem cell differentiation [...] but little is known about changes in c-Myb activity during the cell cycle. To map the association of c-Myb with specific target genes during the cell cycle, we developed a [...] ChIP approach, in which asynchronously growing cells were fixed with formaldehyde, stained with Hoechst 33342 and separated into different cell cycle fractions by flow sorting (= le but est ici de séparer les cellules en fonction de leur appartenance à une des phases du cycle cellulaire : G1, S, G2), then processed for chromatin immunoprecipitation (ChIP) assays.

### Results

- 1- Since **c-Myb is a DNA-binding transcription factor**, the active fraction of the protein is presumed to be associated with chromatin. Therefore, we determined the c-Myb protein levels that were associated with chromatin during the different cell cycle stages. We fixed and sorted an asynchronously growing culture of cells (*les cellules ont été séparées en fonction de leur appartenance à une des phases du cycle cellulaire : G1, S, G2*), harvested (*to harvest : collecter, extraire*) the chromatin from equal numbers of fixed cells from the G1, S or G2/M cell cycle fractions, then [...] analyzed the recovered proteins by Western blot using anti-c-Myb antibodies. As shown in **Figure 1**, all three cell cycle fractions contained the same amount of Histone H4 (used here as a loading control).



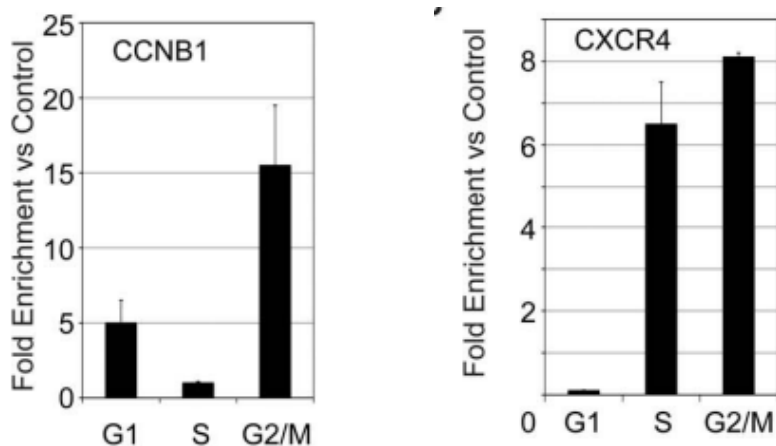
**Figure 1:** Cells were fixed and sorted into G1, S or G2/M fractions. Total chromatin was prepared from equal numbers of cells in each cell cycle fraction, then the cross-links were reversed and the samples were analyzed by Western blot for expression of c-Myb protein. The blot was stripped and re-probed for histone H4 as a loading control.

protéique ?

Q<sup>o</sup>1 : Expliquez la figure 1 et décrivez le résultat obtenu pour c-Myb. S'agit-il d'expression génique ou

- 2- Using ChIP approach, we tested the association of c-Myb with the CCNB1 and CXCR4 gene promoters. The results from one experiment, which are representative of many similar ones, are shown in Figure 2.

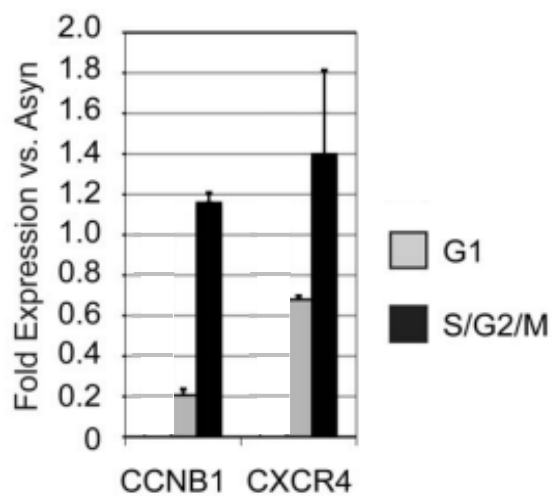
**Figure 2.** Redistribution of c-Myb during the cell cycle. Cells were fixed and sorted into G1, S or G2/M fractions then



chromatin from equal numbers of cells in different cell cycle fractions was analyzed by ChIP using anti-Myb antibodies. The association of c-Myb with known target genes CCNB1, or CXCR4 is shown. Results are expressed as fold enrichment relative to control IgG, and normalized to a control site in the GAPDH promoter, to which c-Myb does not bind.

Q<sup>o</sup>2 : Décrivez la méthode expérimentale utilisée pour obtenir les résultats présentés figure 2. Quels résultats ont été obtenus pour CCNB1 et CXCR4 ?

- 3- We next tested whether the expression of these target genes correlated with the binding of c-Myb to their promoters.



**Figure 3.** Expression of CCNB1 and CXCR4. Cells in G1 or S/G2/M phase fractions were collected then RNA was isolated and analyzed for the expression of the CCNB1 or CXCR4 gene mRNAs using quantitative real-time PCR.

Q°3 : Expliquez la figure 3 et décrivez les résultats présentés figure 3.

Q°4 : c-Myb a-t-il un rôle dans la régulation de CCNB1 et CXCR4 ? Si oui, expliquez lequel en justifiant vos propos.

**Licence SVT –S5**  
**Module Ecologie Comportementale**  
**Session 1**  
**Janvier 2026 - Durée : 1h30**

*Aucun document autorisé*

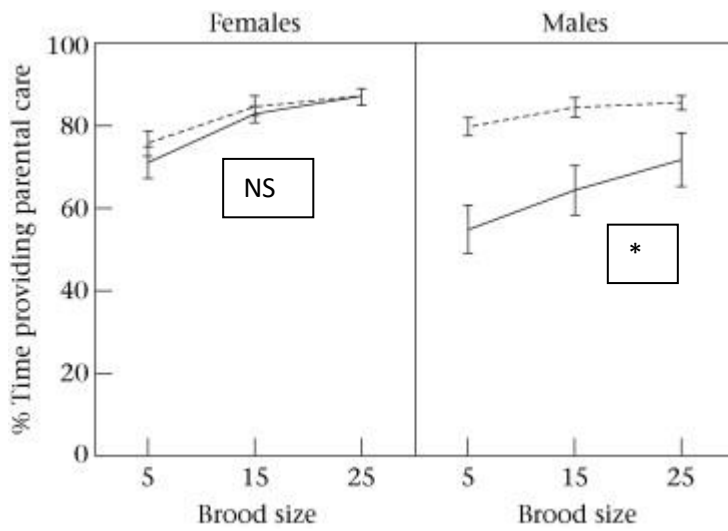
**Question I. Analyse de documents. 10 pts**

Les coléoptères nécrophages enterrent et préparent de petits animaux morts afin de nourrir leur progéniture (fig. 1). Les coléoptères parents adoptent trois comportements parentaux qui influent sur la quantité et la qualité des ressources alimentaires destinées aux larves : 1) les coléoptères parents fournissent directement de la nourriture aux larves en leur régurgitant des charognes ; 2) les coléoptères parents creusent un cratère au sommet de la charogne dans lequel ils déposent des gouttelettes de charogne régurgitée dont les larves peuvent se nourrir (« processing carrion » soit « traitement des charognes ») ; 3) les parents entretiennent la charogne en la gardant humide et exempte de moisissure. Chez le coléoptère nécrophore *Nicrophorus vespilloides*, les 2 parents procurent des soins parentaux. Dans la nature, occasionnellement, un seul des 2 parents peut être amené à élever seul le couvain, ce qui montre que chacun des 2 parents est capable d'effectuer l'ensemble des tâches parentales.

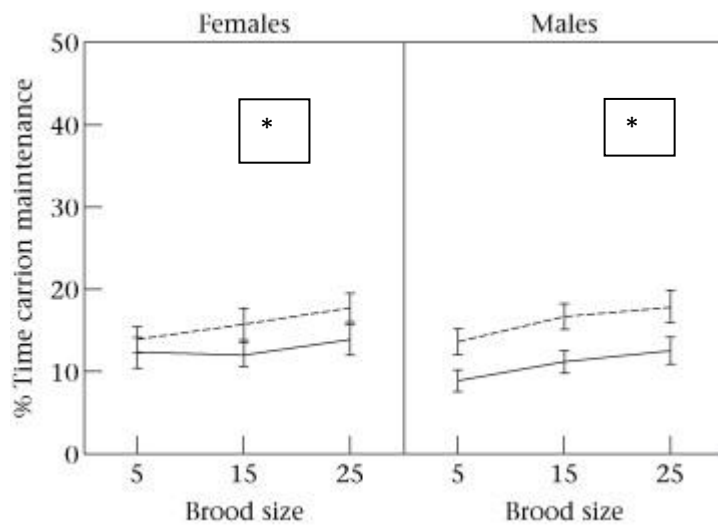
Les chercheurs ont étudié les effets de la demande des descendants (en manipulant la taille du couvain) et de la perte du partenaire (par le retrait expérimental de ce partenaire) sur la répartition du temps entre les comportements parentaux et non parentaux chez le scarabée nécrophage *Nicrophorus orbicollis*. Ils ont obtenu les résultats suivants, présentés dans les figures 2 à 4.



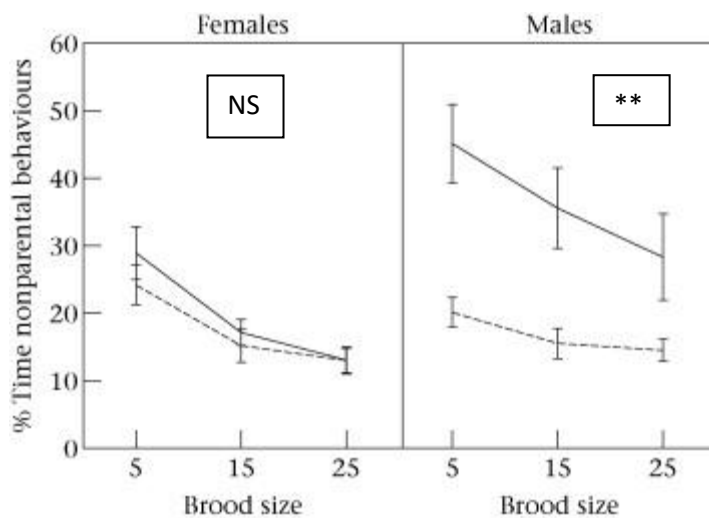
**Fig1.** *Nicrophorus vespilloides* élevant sa progéniture sur une charogne de souris.



**Fig 2.** Temps consacré aux soins parentaux (moyenne  $\pm$  SE) en fonction de la taille du couvain (nombre de larves) pour les femelles et les mâles en présence (ligne continue) et en l'absence (ligne pointillée) du partenaire.



**Fig 3.** Temps (moyenne  $\pm$  SE) consacré à l'entretien des charognes en fonction de la taille du couvain (nombre de larves) pour les femelles et les mâles en présence (ligne continue) et en l'absence (ligne pointillée) du partenaire.



**Fig 4.** Temps (moyenne  $\pm$  SE) consacré à des comportements non parentaux dans la chambre à couvain en fonction de la taille du couvain (nombre de larves) pour les femelles et les mâles en présence (ligne continue) et en l'absence (ligne pointillée) du partenaire.

I.1. Décrivez les résultats présentés dans chacune des figures 2 à 4.

I.2. Interprétez les effets respectifs de la taille du couvain et de la présence/absence du partenaire parental sur les différents comportements observés. Proposez des hypothèses expliquant ces modifications de comportement. Vous prendrez soin d'utiliser le vocabulaire de l'écologie comportementale.

**Question II. 4 pts.**

Décrivez et analysez la figure 5. A quel concept pouvez vous aisément faire référence afin de proposer une explication au phénomène observé ?

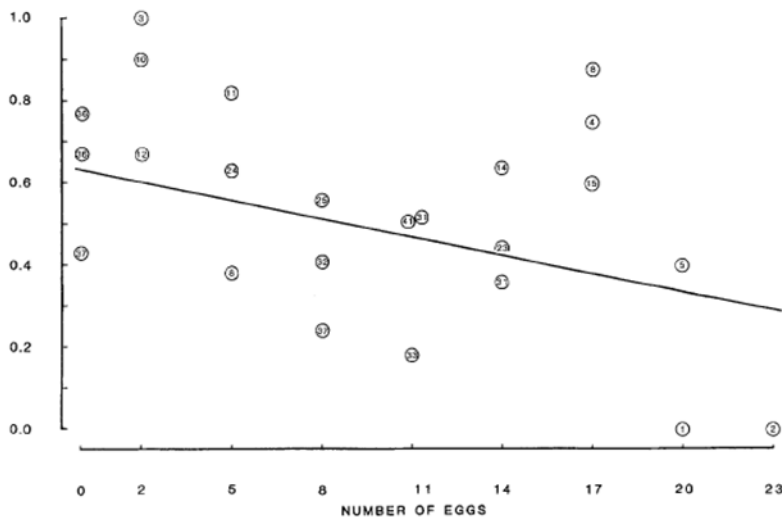


Fig 5. Relation entre le nombre d'œufs pondus par jour par les femelles (abscisse) d'un petit crustacé, *Daphnia pulex*, et leur longévité (indice de survie en ordonnée).

**Question III. 6 pts.**

III.1. Définissez la compétition spermatique.

III.2. A l'aide d'exemples détaillés, décrivez les stratégies que les mâles peuvent mettre en place afin d'éviter la compétition spermatique.



**Licence 3 SVT – Parcours Biologie et Physiologie Cellulaires  
UE « Dérégulations Tissulaires et Pathologies »  
Session 1 – janvier 2026**

**Durée de l'épreuve 2 heures**

*Les 3 sujets sont à composer sur 3 copies séparées. L'utilisation de documents, d'appareils électroniques et d'objets connectés est formellement interdite pendant toute la durée de l'épreuve.*

**Sujet de M. Girault (Durée conseillée 40 minutes) :**

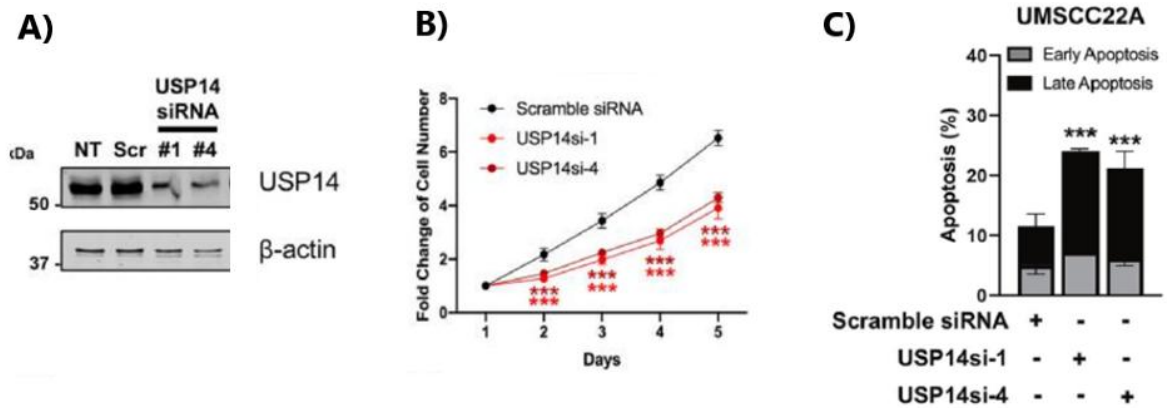
- 1- Indiquez 2 éléments du microenvironnement tumoral favorisant la progression du cancer du sein et expliquez brièvement par quels mécanismes ils agissent (6 points).
- 2- Décrivez la classification moléculaire des cancers du sein et la relation de ces classes avec l'expression des récepteurs hormonaux (6 points).
- 3- Quel processus impliquant par exemple les voies de signalisation Notch, Wnt, TGF- $\beta$  se produit lors du développement tumoral mammaire (2 points) ?
- 4- Déclinez les 5 options thérapeutiques envisageables pour la prise en charge des patientes atteintes d'un cancer du sein (6 points).

**Sujet Mme Dhennin (durée conseillée 40 minutes) :**

**Questions de cours : n'hésitez pas à faire des schémas**

- 1- Les facteurs cancérigènes : exemples, mécanisme d'action, rôle dans la carcinogenèse cellulaire....
- 2- Les complexes cyclines-cdk : fonctionnement et régulation du cycle cellulaire.
- 3- Modèles animaux en cancérogenèse : expliquer les différents types de modèles animaux obtenus par xénogreffe (animaux, voies d'injection ...)

Questions relatives à la figure ci-dessous :



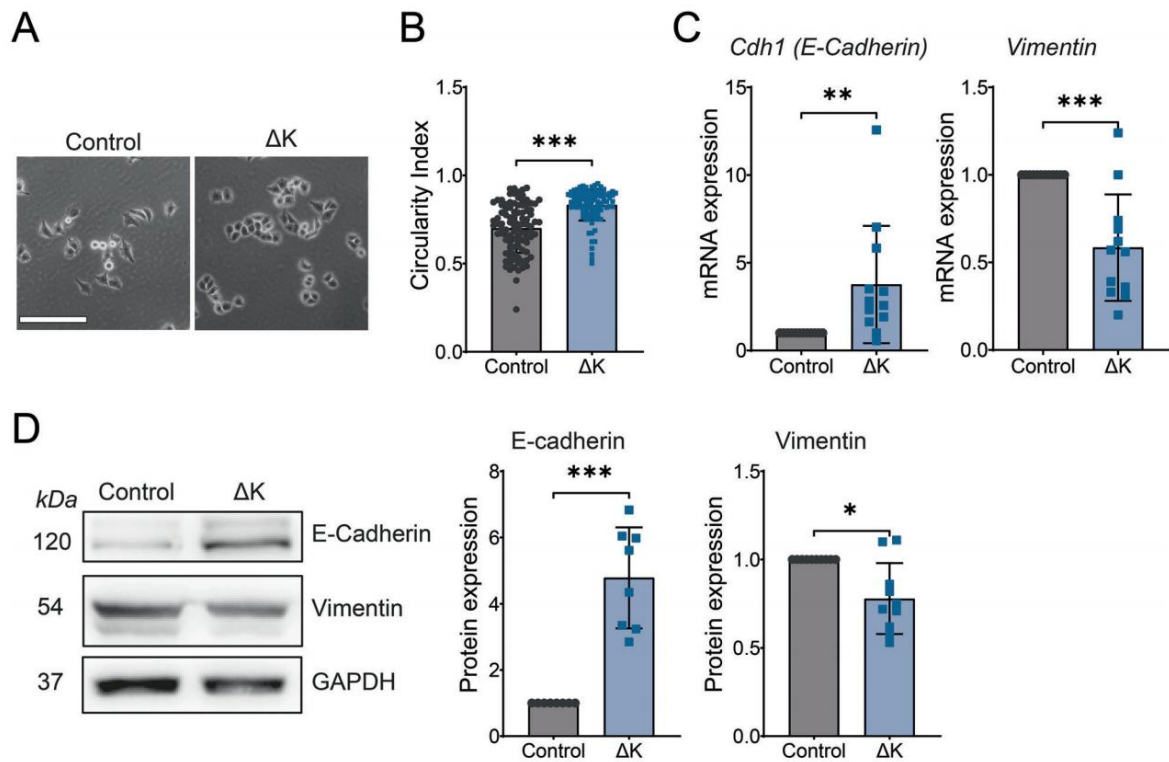
**Figure : Rôle de la protéine USP-14 dans des cellules du cancer de la tête et du cou (UMSCC22A) (Morgan *et al.*, 2023).** (A) Détection de USP14 par Western Blot après non transfection des cellules (NT) ou transfection des cellules avec des siRNA contrôle (Scr) ou dirigés contre USP-14 (USP14si-1 et si-4) par nucléofection. (B, C) Evaluation de la viabilité cellulaire par test au MTT (B) et de l'apoptose par cytométrie de flux et marquage Annexine V / IP (C).

4- Donner le principe des techniques utilisées dans la figure : siRNA, nucléofection, test au MTT, Annexine V / IP.

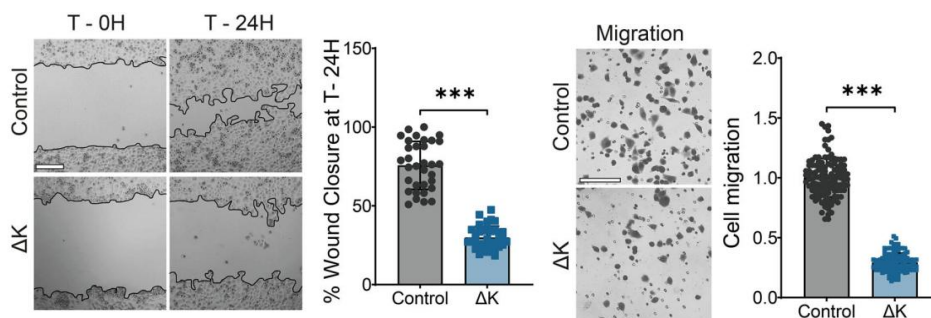
5- Analyser la figure et conclure sur le rôle de la protéine USP-14 dans les cellules UMSCC22A.

## Sujet de M. Gautier (Durée conseillée 40 minutes) :

Les données expérimentales ci-dessous représentent les effets de la suppression d'une protéine kinase sur des cellules cancéreuses pancréatiques humaines. Expliquer quelles techniques ont-été utilisées (donner leur principe général), décrire et interpréter les résultats obtenus.



**Figure 1**



**Figure 2**



**UFR des Sciences**  
Licences SVT parcours EcoBP (L3S5)  
Première session (Mai 2026)  
**Epreuve de Microbiologie environnementale**

**La calculatrice est interdite.**

**Consignes générales :**

- Soigner la rédaction de vos réponses
- Illustrer avec des schémas détaillés lorsque nécessaire
- Toutes les réponses doivent être justifiées et argumentées

**PARTIE I — Questions de connaissances (7 points)**

Question 1 (3 points)

Définir les termes suivants :

1. Biorémédiation
2. Biostimulation
3. Bioaugmentation

Question 2 (2 points)

Citer et décrire quatre facteurs environnementaux influençant l'efficacité de la biorémédiation microbienne.

Question 3 (3 points)

Comparer la biorémédiation ***in situ***, ***sur site*** et ***ex situ*** :

- Principe - Avantages - Limites - Exemple pour chaque

**PARTIE II — Analyse de documents scientifiques (7 points)**

Document 1

Un sol contaminé par des hydrocarbures pétroliers présente les caractéristiques suivantes :

Paramètre	Valeur
pH	5,2
Température	18°C
Oxygène dissous	Faible
Azote disponible	Très faible
Phosphore disponible	Faible

Après traitement par biostimulation, la concentration en hydrocarbures diminue de 65 % en 8 semaines.

Question 4 (4 points)

1. Identifier les facteurs limitants avant traitement
2. Quel traitement de biostimulation préconisez-vous ?
3. Expliquer pourquoi la biostimulation a permis d'améliorer la biodégradation
4. Proposer deux améliorations supplémentaires pour optimiser la biorémédiation

## Document 2

Une étude compare deux stratégies de dépollution d'un sol contaminé par des métaux lourds (cadmium et plomb) :

- Traitement A : phytoremédiation seule
- Traitement B : phytoremédiation + bactéries rhizosphériques

Résultats après 6 mois :

Traitement	Réduction Cd (%)	Réduction Pb (%)
A	28	22
B	52	48

### Question 5 (3 points)

1. Définir la phytoremédiation
2. Expliquer le rôle des bactéries rhizosphériques dans la biorémédiation
3. Interpréter les résultats obtenus

## **PARTIE III — Étude de cas (6 points)**

Une ancienne station-service abandonnée présente une contamination importante du sol et de la nappe phréatique par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Le site présente les caractéristiques suivantes :

- Sol sableux
- Nappe phréatique peu profonde
- Faible teneur en matière organique
- Présence de bactéries autochtones dégradant les hydrocarbures

### Question 6 (2 points)

Proposer une stratégie de biorémédiation adaptée au site. Justifier votre réponse en prenant en compte :

- Type de traitement
- Conditions environnementales
- Avantages de la stratégie proposée

### Question 7 (2 points)

Décrire les étapes nécessaires pour mettre en place un projet de biorémédiation sur ce site.

### Question 8 (2 points)

Quels indicateurs biologiques et chimiques utiliseriez-vous pour suivre l'efficacité de la biorémédiation ?

# Licence S6 SVT - EcoBP - Parasitologie

## Session 1 - Mai 2026 – Durée : 1h.

Documents et calculatrices interdits.

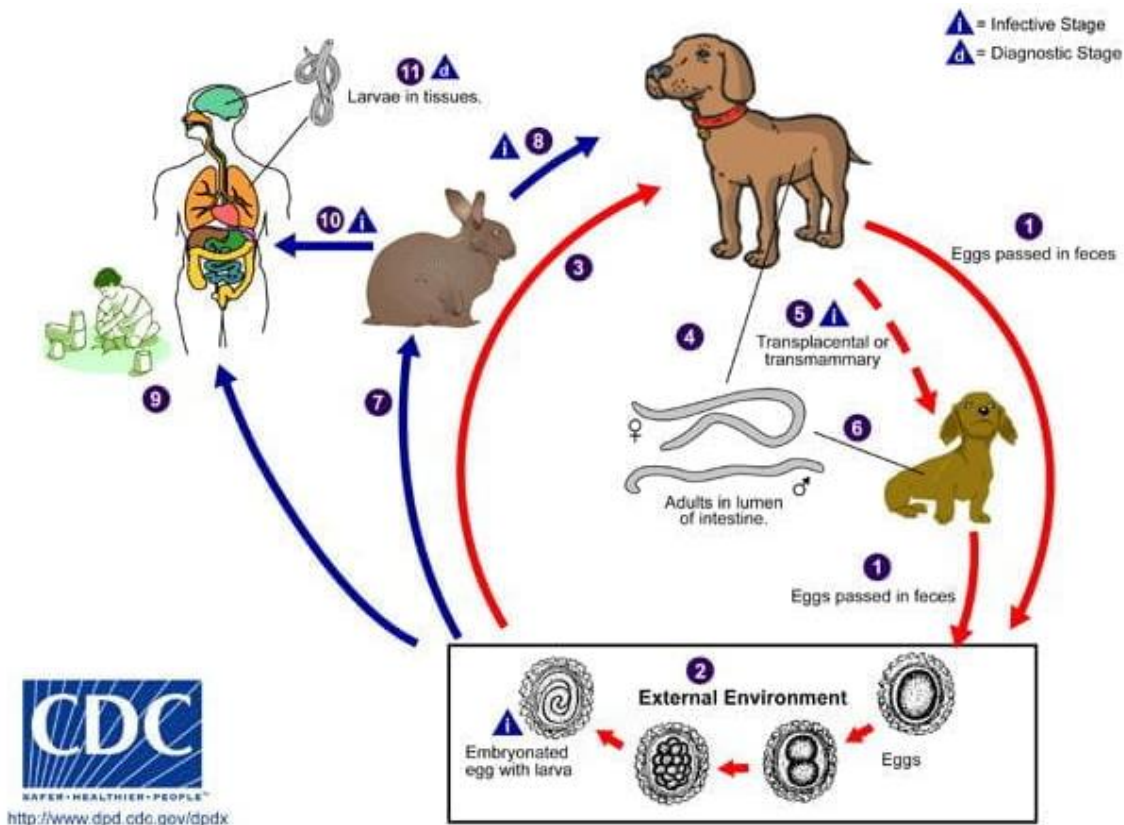
### Partie P. Eslin (13 pts)

I – Quelles sont les stratégies d'évasion du système immunitaire utilisées par les parasites ?  
Citez des exemples précis. (6 pts)

II – Représentez le plus précisément possible le cycle parasitaire de *Plasmodium falciparum*  
(3 pts)

III – D'après le cycle parasitaire ci-dessous, précisez (4 pts) :

- le nom scientifique du parasite responsable
- les noms des parasitoses induites chez le chien et chez l'homme
- comment on appelle le type d'hôte représenté ici par le lapin



## **Partie A. Guiller : Parasitologie évolutive (7 pts)**

1. Quelles sont les conditions nécessaires à la coévolution ? Pourquoi la diversité génétique est-elle indispensable ? (3 pts)
2. Montrez que la coévolution hôte/parasite repose sur un double niveau de sélection en distinguant :
  - la phase de rencontre
  - la phase de compatibilitéIllustrez par des exemples. (4 pts)

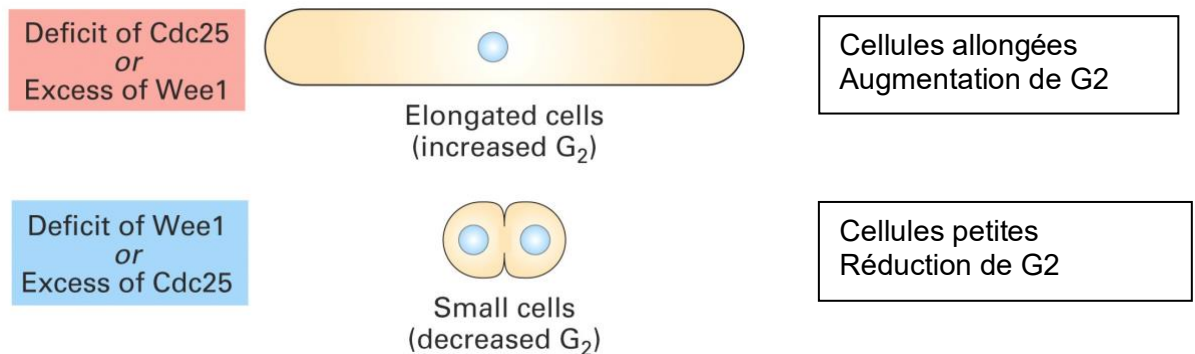
**Université de Picardie Jules Verne**  
**UFR Sciences**  
**L3S6 - UE Prolifération, Différenciation**  
**cellulaires et Apoptose**  
**Session de Mai 2026**

Interdiction formelle des téléphones, calculatrices et tout autre document. Répondez sur 2 copies différentes

**Sujet de M. Cherqui (durée conseillée 75 minutes, 20 pts)**

Des réponses accompagnées de schémas sont attendues,

- 1) Comparez les voies intrinsèques et extrinsèques de l'apoptose. (8 pts)
- 2) Chez *Schizosaccharomyces pombe*, des mutations ont été effectuées et les résultats sont observés dans la figure suivante. Expliquez. (3 pts)



- 3) Décrivez le rôle de l'érythropoïétine dans la différenciation (3 pts)
- 4) Décrivez les techniques qui permettent de détecter les cellules apoptotiques individuelles. (3 pts)
- 5) Définissez une laminine ? Où la trouve-t-on ? Expliquez le protocole expérimental qui a permis de montrer que les laminines sont impliquées dans la prolifération et la différenciation des cellules intestinales. (3 pts)

## **Sujet de M. Gautier (durée conseillée 45 minutes, 20 pts) :**

### **Question 1 : La myogenèse (6 points) :**

- Définir brièvement en quoi consiste la myogenèse, quelle est sa particularité ? (2 points)
- A partir de quel précurseur cellulaire s'effectue la myogenèse ? (1 point)
- Quel est le facteur de transcription principal de la myogenèse ? (1 point)
- Quel est le nom de la cellule différenciée issue de la myogenèse ? (1 point)
- Par quel processus ces cellules différenciées forment-elles la fibre musculaire ? (1 point)

### **Question 2 : Aspects électrophysiologiques de la myogenèse (6 points) :**

- Quelles modifications du potentiel électrique de membrane se produisent au cours de la myogenèse ? (2 points)
- Quels sont les canaux ioniques responsables des modifications de  $E_m$  au cours de la myogenèse ? (2 points)
- Quels sont les autres canaux ioniques impliqués dans la myogenèse ? (2 points)

### **Question 3 : Signalisation calcique au cours de la myogenèse (8 points) :**

- Expliquer à l'aide d'un schéma comment le couplage entre les canaux  $K^+$  et  $Ca^{2+}$  induit l'augmentation du  $[Ca^{2+}]_i$  ? (3 points)
- Énoncer les étapes de la voie de signalisation dépendante du  $Ca^{2+}$  aboutissant à la transcription du facteur de transcription de la myogenèse. (5 points)



## **Sujets Rythmes du Vivant**

**Mr O. Pierrefiche ; Durée : 1h**

**Session 1 - Juin 2026**

**Aucun document autorisé**

**Question 1 :** En vous basant sur le cours, rassemblez et expliquez les différents arguments permettant de suggérer que la phase de sommeil lent profond est une des phases du sommeil très importante. **(8 points)**

**Question 2 :** En vous basant sur l'illustration **obligatoire** d'un neurone pyramidal du cortex, expliquez la notion de dipôle électrique dans le cadre d'un EEG. **(6 points)**

**Question 3 :** Expliquez comment est inhibée la sécrétion de mélatonine pendant la journée **(6 points)** – **Schéma obligatoire**

**Fin du sujet de Mr Pierrefiche**

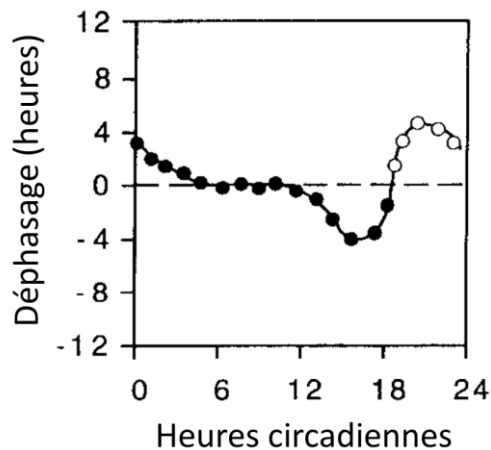
**Mr R. Marrec ; Durée : 1h**

**Session 1 - Juin 2026**

**Aucun document autorisé**

**Question 1 :** Quelles sont les trois propriétés formelles qui distinguent un véritable rythme circadien d'une simple réponse passive aux cycles environnementaux ? Soyez précis dans vos explications. **(6 points)**

**Question 2 :** La figure 1 représente la courbe de réponse de phase (CRP) d'un mammifère à une impulsion lumineuse. Décrivez la forme générale de la CRP et expliquez comment elle permet de prédire l'effet d'un signal lumineux en début, milieu et fin de nuit subjective. **(6 points)**



*Figure 1 : Courbe de réponse de phase (CRP) obtenu chez une espèce de mammifère après application d'un signal lumineux à différents moments du jour ou de la nuit subjectifs de l'individu.*

**Question 3 :** En 1971, Konopka et Benzer ont identifié les trois premiers mutants de l'horloge circadienne endogène chez *Drosophila melanogaster*. Décrivez les trois classes de mutants qu'ils ont obtenues. Quel a été l'apport de l'approche mutagénèse aléatoire chez *Drosophila* dans l'identification des premiers gènes d'horloge biologique ? **(3 points)**

**Question 4 :** Définissez le photopériodisme et distinguez les espèces à jours longs et à jours courts. En prenant l'exemple d'une fonction contrôlée par le photopériodisme, et en comparant deux espèces (une à jours longs, l'autre à jours courts) précisez la fonction adaptative du photopériodisme dans chaque cas. **(5 points)**

**Fin du sujet de Mr Marrec**

**Université de Picardie Jules Verne**  
**UFR des Sciences**

Licence des Sciences de la Vie et de la  
Terre – Parcours Biologie, Physiologie  
Cellulaire

Examen de Signalisation Cellulaire

Session 1 – Mai 2026



*Les sujets sont à composer sur deux copies séparées. L'utilisation de documents, de quelque nature que ce soit, est formellement interdite pendant toute la durée de l'épreuve. Une attention particulière sera apportée à la qualité de l'expression écrite et des points pourront être retirés en cas d'écriture illisible et/ou d'une trop grande quantité de fautes de français (orthographe, conjugaison, grammaire, syntaxe). L'utilisation de schémas explicatifs est fortement conseillée.*

### **Sujet de M. GAUTIER (durée conseillée 1h - 20 points) :**

La phototransduction est un mécanisme de signalisation cellulaire qui consiste à convertir l'énergie lumineuse provenant de l'environnement extérieur en un signal électrique au niveau de cellules spécialisées que sont les photorécepteurs.

1<sup>ère</sup> question : En vous aidant d'un schéma détaillé, vous présenterez la structure d'une **cellule photoréceptrice de type ciliaire**. (4 points)

2<sup>ème</sup> question : Vous indiquerez de façon ordonnée les différentes **étapes de la phototransduction** au niveau de la membrane d'un disque de bâtonnet en détaillant le plus précisément possible les **mécanismes moléculaires** qui se produisent à chacune de ces étapes (il est conseillé de vous aider de schémas explicatifs). (12 points)

*N.B :* Il n'est pas nécessaire d'indiquer ici les mécanismes de régulation des différents acteurs de la phototransduction.

3<sup>ème</sup> question : Le mécanisme de la phototransduction est différent entre les mammifères et les insectes tels que la drosophile. Les principales différences entre ces deux modèles concernent la **protéine effectrice** induite par la stimulation du photopigment ainsi que la nature des **canaux ioniques** responsables du signal électrique généré suite au stimulus lumineux. Nommer et présenter succinctement ces deux acteurs (nom, structure, fonction) de la phototransduction chez la drosophile. (4 points)

## **Sujet de Mme AHIDOUCH (durée conseillée 1h - 20 points) :**

### **Sujet (10 points)**

- a- Donnez un exemple pour chaque type de récepteurs glutamatergiques, en précisant sa localisation ainsi que sa voie de signalisation.
- b- Quels sont les effets de l'acétylcholine, du GABA et du glutamate au niveau des synapses correspondantes ? Précisez la nature des récepteurs recrutés et la réponse biologique provoquée (activatrice ou inhibitrice).

### **OCM (10 points)**

**Au moins une réponse est juste. Barrez les propositions fausses**

#### **Q1. Récepteurs membranaires**

- A- Les récepteurs GABA<sub>B</sub> sont localisés exclusivement au niveau présynaptique.
- B- Les récepteurs alpha2 et M2 sont localisés, à la fois, aux niveaux post- et pré-synaptiques.
- C- Au niveau du muscle lisse, la stimulation des récepteurs bêta2 entraîne la vasodilatation.
- D- Les récepteurs bêta2 sont couplés à une Gs au niveau du muscle lisse.

#### **Q2. Les récepteurs ionotropiques**

- A- Sont des récepteurs couplés à une protéine G.
- B- Sont des récepteurs couplés à des canaux ioniques.
- C- Les récepteurs nicotiques en font partie.
- D- Les récepteurs adrénergiques en font partie.

#### **Q3. Les protéines G**

- A- Sont des hétéromères composés des sous-unités alpha, delta et gamma.
- B- La sous-unité alpha possède l'activité catalytique.
- C- La Gq est couplée à la phospholipase C.
- D- Les récepteurs adrénergiques bêta sont couplés à une Gs.

#### **Q4. Les protéines G**

- A- S'activent suite à l'activation des récepteurs membranaires à 7 domaines transmembranaires.
- B- S'activent suite à l'activation des récepteurs ionotropes.
- C- Peuvent réguler directement l'activité des canaux ioniques membranaires.
- D- La Gs est couplée à la phospholipase C.

#### **Q5. Les neuromédiateurs**

- A- La glutamine entre dans la synthèse du glutamate.
- B- La tyrosine est le précurseur de l'adrénaline.
- C- La choline entre dans la synthèse de l'acétylcholine.
- D- La glutamine entre dans la synthèse du GABA et du glutamate

**Q6. Les récepteurs adrénérgiques**

- A. Les récepteurs adrénérgiques alpha 1 sont couplés à une Gs et sont localisés, en majorité, au niveau postsynaptique.
- B. Les récepteurs adrénérgiques alpha 2 sont localisés, en majorité, au niveau présynaptique.
- C. Les récepteurs adrénérgiques beta 3 sont couplés à une Gs et leur activation induit la vasodilatation du muscle lisse vasculaire.
- D. Les récepteurs adrénérgiques beta 3 sont couplés à une Gs et régulent le métabolisme.

**Q7. Les récepteurs cholinérgiques**

- A- Les récepteurs muscariniques de type 2, couplés à la Gi, sont exclusivement localisés au niveau présynaptique.
- B- L'activation des récepteurs muscariniques de type 3 permettent la contraction du muscle lisse.
- C- La muscarine est un agoniste des récepteurs muscariniques.
- D- Les récepteurs muscariniques de type 3 sont couplés à la Gq.

**Q8. Les récepteurs à la Ryanodine (RyR)**

- A- Les récepteurs RyR sont localisés au niveau de la membrane plasmique.
- B- RyR1, RyR2 et RyR3 sont à l'origine de la réponse CICR (*Calcium induced calcium release*).
- C- RyR1 est activé par un couplage fonctionnel avec le canal calcique (Cav1.1) au niveau du muscle squelettique.
- D- RyR1 est activé par un couplage fonctionnel avec le canal calcique (Cav1.1) au niveau du muscle cardiaque.

**Q9. Communication autocrine**

- A. La cellule émettrice sécrète des molécules de signalisation qui vont agir sur une cellule voisine.
- B. Les molécules de sécrétion vont être véhiculées dans le sang. Elles agissent sur une cellule cible lointaine.
- C. La cellule émettrice sécrète des molécules de signalisation qui vont agir sur la cellule elle-même.
- D. Aucune de ces propositions n'est vraie.

**Q10. Voies de signalisation**

- A. Le GABA agit sur des récepteurs membranaires métabotropiques présynaptiques pour un rétrocontrôle négatif.
- B. La protéine Kinase C est activée par l'AMPc.
- C. Les récepteurs muscariniques (M3) et adrénérgiques (alpha1) activent la protéine Gq qui, à son tour, active la phospholipase C-béata.
- D. Les membres de la classe C de la famille des RCPG fixent le glutamate et le GABA.

**UFR DES SCIENCES**  
**LICENCE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**  
**Parcours Biologie, Physiologie Cellulaire**

---

**S5 : Techniques de Physiologie Cellulaire**

**Examen : Janvier 2025**

**Durée 2h**

**Documents, calculatrices, téléphones portables, tablettes, traducteurs  
et documents sont interdits.**

**A traiter les 3 sujets**

**Sujet 1 (10 points)**

**Données** : Les expériences sont réalisées sur des cellules cancéreuses pancréatiques PANC-1 dans deux conditions expérimentales différentes : 1) cellules cultivées dans un milieu de culture à pH physiologique normal de pH 7.4 (normal pH conditions). 2) Cellules cultivées pendant 1 mois dans un pH acide de 6,5 (acid adaptation conditions) qui correspond au pH du microenvironnement tumoral.

TRPC1 est un canal de la famille des canaux TRP perméable aux ions calcium.

siTRPC1: ARN interférence dirigé contre les canaux TRPC1.

siCTRL : ARN interférence non ciblant utilisé comme contrôle. La transfection des cellules cancéreuses pancréatiques avec siCTRL n'a aucun effet sur l'expression des protéines exprimées dans ces cellules.

(-Ca<sup>2+</sup>) : les cellules ont été cultivées en absence de calcium dans le milieu de culture (extracellulaire).

(+Ca<sup>2+</sup>) : les cellules ont été cultivées en présence de 1.8 mM de calcium dans le milieu de culture (extracellulaire).

*Slope value* : valeur de la pente. Elle correspond à l'entrée du calcium.

*Relative of viable cells* : nombre relatif des cellules vivantes.

*Relative cell migration* : migration cellulaire relative.

**Questions**

1. Donnez le nom et le principe de la technique utilisée dans la figure 2A et B.
2. Citez la liste du matériel nécessaire au montage de la technique de la figure 2.
3. Analysez brièvement et interprétez les 3 figures.
4. Concluez sur l'impact de l'acidification sur le rôle du canal TRPC1 dans la prolifération et la migration des cellules cancéreuses pancréatiques, en précisant le lien avec le calcium.

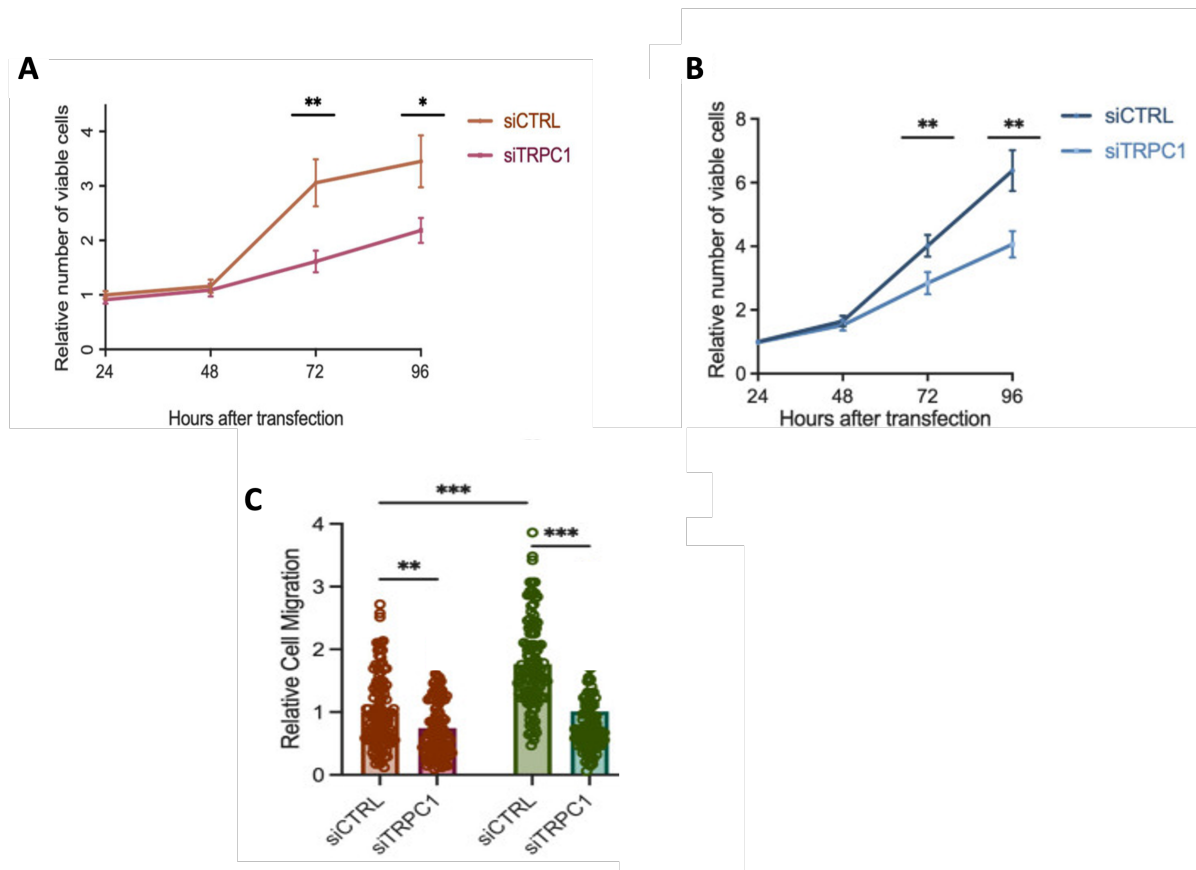
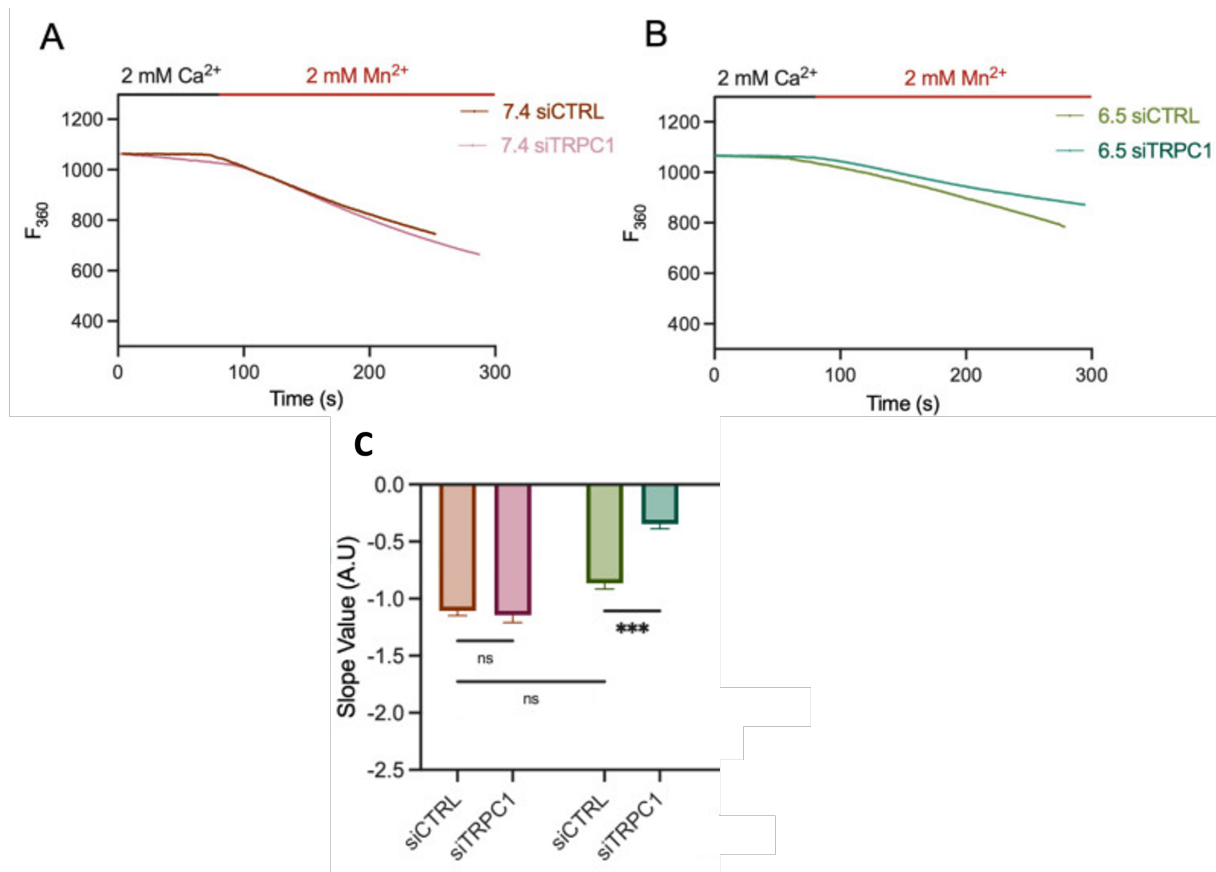


Figure 1: Trypan blue analysis of siTRPC1 PANC-1 cells grown under (A) normal pH (pH = 7.4) and (B) acid adaptation (pH = 6.5) conditions showing the relative number of viable cells 24, 48, 72, and 96 h post-transfection. C) siTRPC1 cells migration under normal pH (7.4, left columns) and acid adaptation (6.5, right columns). Tukey's multiple comparison test was used to determine significant differences between conditions. \*, \*\*, and \*\*\* indicate  $p < 0.05$ , 0.01, and 0.001, respectively.



**Figure 2:** (A) Representative traces recorded at F360 nm in transfected PANC-1 cells grown in normal pH conditions (7.4), or (B) in acid adaptation (6.5) conditions. (C) Quantification of siCTRL and siTRPC1 transfected PANC-1 cells in both conditions (number of analyzed cells; pH 7.4 siCTRL n = 150 and siTRPC1 n = 128, pH 6.5 siCTRL n = 405 and siTRPC1 n = 326). Tukey's multiple comparison test was used to determine significant differences between conditions. ns indicates non-significance. \*\* and \*\*\* indicate  $p < 0.01$  and  $0.001$ , respectively.

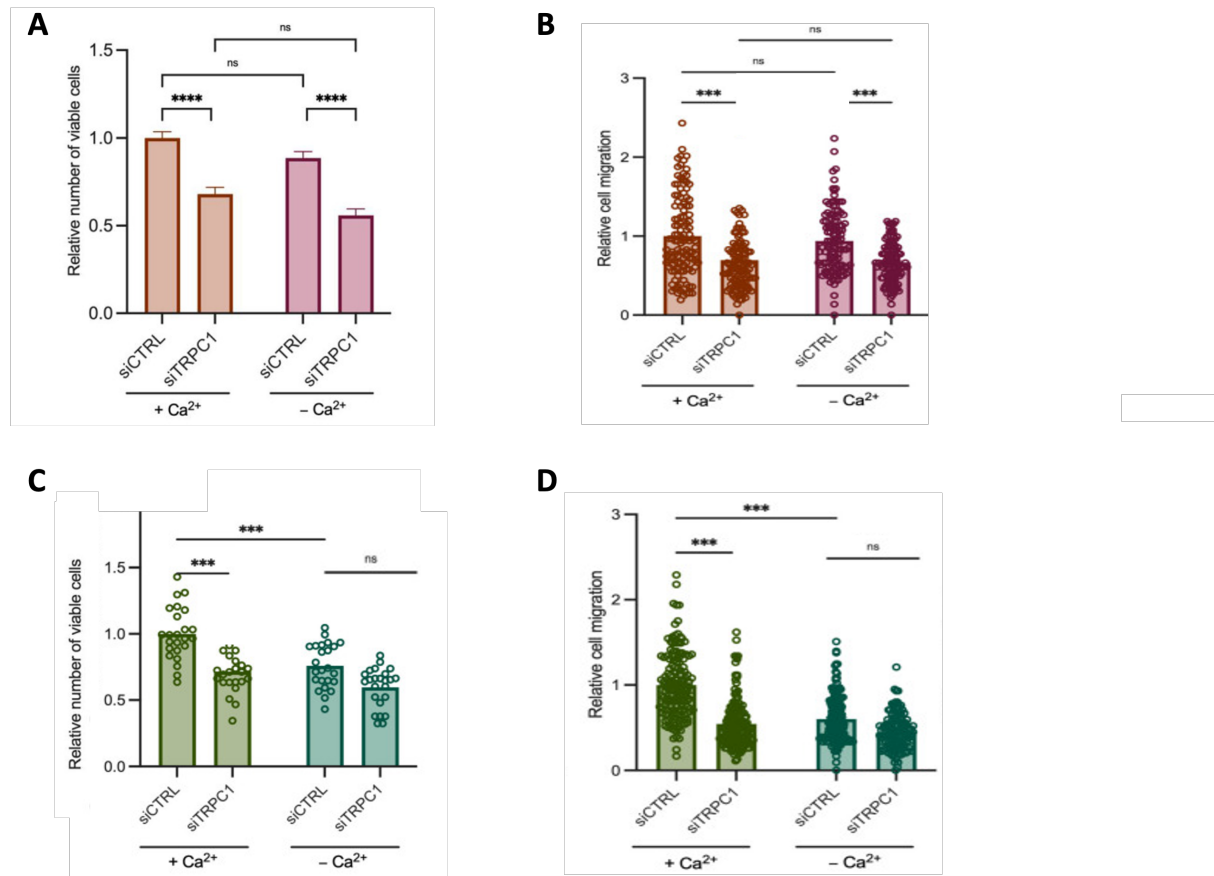


Figure 3: **(A)** Trypan blue assay analysis of transfected PANC-1 cells grown in normal conditions (7.4) conditions, and **(C)** in acid-adapted (6.5) conditions. Cells were transfected for 72 h in total and either treated with medium containing extracellular Ca<sup>2+</sup> concentrations (+ Ca<sup>2+</sup>), or with medium depleted of extracellular Ca<sup>2+</sup> (- Ca<sup>2+</sup>), for 48 h. Migration analysis of transfected PANC-1 cells grown in normal pH conditions **(B)**, and in **(D)** acid-adapted (6.5) conditions. Cells were transfected for 72 h in total. After 48 h, cells were seeded in Boyden inserts for 8h, and were then treated with medium containing extracellular Ca<sup>2+</sup> concentrations (+ Ca<sup>2+</sup>), or with a medium depleted of extracellular Ca<sup>2+</sup> (- Ca<sup>2+</sup>), for 24h. Tukey's multiple comparison test was used to determine significant differences between conditions. ns indicates non-significance. \*\*, and \*\*\* indicate p < 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

**Sujet 2 (6 points)**

1. Dans quelle technique la sonde FM-143 est utilisée ? Expliquez son utilisation. Donnez une autre technique qui permet d'étudier le même processus.
2. Quelles sont les différences entre la configuration du whole cell et cell attached.

**Sujet 3 (4 points)**

L'expression des canaux ORAI 1 a été évaluée sur les tissus cancéreux et sain du pancréas. Les résultats ont montré une baisse de l'expression dans le tissu cancéreux par rapport au tissu sain. Par ailleurs, il a été montré qu'une sous-expression d'ORAI1 favorise la survie cellulaire. A partir de ces données, **précisez les techniques et les protocoles expérimentaux** que vous pouvez utiliser pour montrer le rôle **fonctionnel** d'ORAI1 dans la survie.

**LICENCE 3<sup>ème</sup> année**  
**1<sup>ère</sup> session – Mai 2026**

**BIostatistiques**

J.P. MORIN

Durée : 2 h

**DOCUMENTS (PAPIERS) ET CALCULATRICE AUTORISÉS**

---

**N.B. 1** : Le barème est sur 21 mais la note sera laissée sur 20 (= cadeau).

**N.B. 2** : Les 4 parties sont indépendantes. Tables statistiques fournies à la fin du sujet.

Vous êtes appelé dans une ferme pour y effectuer un travail d'analyse.

**Partie I (3.5 points) :**

Le fermier pense qu'une maladie infectieuse se propage parmi ses poules et ses coqs. Pour savoir ce qu'il en est, vous décidez de tester 10 animaux prélevés au hasard dans l'élevage qui comporte 60 poules et 20 coqs.

- 1) Donnez  $p$  la proportion de poules et  $q$  la proportion de coqs dans l'élevage.
- 2) Les 10 animaux prélevés au hasard sont 8 poules et 2 coqs. Quelle était la probabilité d'obtenir cette répartition ?
- 3) Si vous aviez remis dans l'élevage chaque individu après l'avoir prélevé au hasard et testé, quelle aurait été la probabilité d'obtenir cette répartition ?

**Partie II (6 points) :**

Pour déterminer si les poules et coqs de la ferme sont infectés, vous testez chacun des 10 individus que vous y avez prélevés en déterminant un indice d'infection, noté  $I$ ,  $I$  n'étant pas influencé par le sexe. Vous faites de même sur 8 individus issus d'un autre élevage, que vous savez non infectés. Les valeurs de  $I$  (en unités arbitraires) sont :

<u>individus de la ferme</u>	<u>individus non infectés d'un autre élevage</u>
9	6
88	26
35	0
149	27
27	31
27	7
198	25
149	3
40	
131	

**1a)** Afin d'étudier la distribution de  $I$ , vous travaillez sur le 2<sup>ème</sup> échantillon (= individus non infectés d'un autre élevage). Déterminez le nombre de classes à définir, l'intervalle de classe, et donnez les différentes classes que vous établissez.

**1b)** Représentez rapidement l'allure de la distribution de l'indice d'infection  $I$  dans le 2<sup>ème</sup> échantillon. Cette distribution vous semble-t-elle normale ?

**2)** Comparez les 2 échantillons pour ce qui est de l'indice d'infection  $I$  (en tenant compte de votre réponse à la question 1b !).

**Partie III (5.5 points) :**

Votre étude basée sur l'indice d'infection I vous conduit à penser qu'une maladie infectieuse se propage effectivement parmi les poules et les coqs de la ferme.

Vous identifiez 18 animaux malades et vous leur administrez un traitement antibiotique A et un traitement antibiotique B, à différentes doses (0 ou 15 mg / g de nourriture pour A, et 0, 10 ou 30 mg / g de nourriture pour B). Vous mesurez le nombre de milliers de leucocytes par mm<sup>3</sup> de sang (= un marqueur de l'infection) au bout de 5 jours, vous obtenez :

	B	0	10	30
A				
0		37 40 43	13 13 16.5	6 6.5 9
15		34 37.5 45	13 13.5 15	5.5 7 9.5

- 1) l'antibiotique A, l'antibiotique B, et l'interaction de A et B ont-elles un effet sur l'infection ?
- 2) Déduisez-en le conseil à donner au fermier.

**Partie IV (6 points) :**

Ses volailles étant maintenant guéries grâce au traitement que vous avez préconisé, le fermier voudrait savoir s'il existe une relation entre le poids des poules et le poids des oeufs qu'elles pondent.

Pour lui répondre, vous déterminez le poids (x, en kg) de 12 poules, et le poids moyen (y, en g) de 10 œufs pondus par chacune d'entre elles. Vous obtenez :

poids poules : x	poids moyen oeufs : y
3.05	58.5
3.20	57
3.35	61
3.50	62.5
3.65	61.5
3.85	63
3.95	63
4.05	62
4.20	64.5
4.40	66
4.60	67
4.85	68.5

Après une étude de leur distribution, vous considérez que les 2 variables x et y sont à peu près normalement distribuées.

- 1) Calculez  $\sum_{i=1}^{12}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ . Déduisez-en la covariance estimée de x et de y, ainsi que le coefficient de corrélation de Pearson entre ces 2 variables.
- 2) Ce coefficient est-il significatif au risque  $\alpha = 5\%$  ?
- 3) Déterminez l'équation de la régression de y en x.
- 4) Quel est le poids moyen attendu des œufs pondus par une poule pesant 4.00 kg ?
- 5) Calculez le coefficient de détermination R<sup>2</sup>. Déduisez-en la proportion de la variation du poids moyen des œufs (y) expliquée par celle du poids des poules (x).
- 6) La relation est-elle bi-univoque ? Quelle conclusion en tirez-vous ?

**LICENCE 3<sup>ème</sup> année SVTU – S6**  
**1<sup>ère</sup> session - Mai 2026**

**BIostatistiques**

J.P. MORIN

Durée : 2 heures

**DOCUMENTS (PAPIERS) ET CALCULATRICE AUTORISÉS**

---

**N.B.** : Le barème est sur 21, mais la note sera laissée sur 20 (cadeau !).

**Problème I (5 points) :**

Un éleveur possède 40 vaches dont 8 sont malades. Les vaches malades ne présentant pas de signe distinctif, l'éleveur ne peut pas différencier une vache saine d'une vache malade. Il prélève (au hasard) 20 vaches de son troupeau pour les vendre au marché à bestiaux.

- 1) Quelle est la probabilité que sur les 20 vaches vendues, aucune ne soit malade ?
- 2) Quelle est la probabilité que sur les 20 vaches vendues, 2 soient malades ?
- 3) Quel est le nombre espéré de vaches malades parmi les 20 vendues ?
- 4) Quelle est la probabilité d'avoir au moins 3 vaches malades parmi les 20 vendues ?

**Problème II (5 points) :**

On s'intéresse au caractère « couleur du poil » dans 3 échantillons E1, E2 et E3 de Rats. On dénombre les individus pour chacun des 3 phénotypes observés, on obtient :

	E1	E2	E3
Poil noir	28	54	40
Poil gris	53	89	90
Poil blanc	<u>9</u>	<u>27</u>	<u>20</u>
Total :	90	170	150

**Question :** Peut-on considérer que la répartition des individus dans les 3 classes phénotypiques est la même dans les 3 échantillons ?

**Problème III (7.5 points) :**

Une étude océanographique menée sur une population de Morses d'Arctique a montré que chez les individus mâles, la distribution du poids obéit à une loi normale de moyenne 1300 kg et d'écart-type 134 kg.

- 1) Calculez la distribution de probabilité du poids de ces Morses mâles par la méthode des aires. Les classes de poids correspondront à des intervalles de 100 kg, la première étant la classe [750 ; 850[ et la dernière la classe [1750 ; 1850[.
- 2) Représentez graphiquement l'allure de cette distribution (il n'est pas demandé une représentation très précise).
- 3) Dans quel intervalle de poids (centré sur la moyenne) devrait-on trouver 95% des Morses mâles ?
- 4) Quelle proportion des Morses mâles devraient peser plus de 1500 kg ?
- 5) Les 15% des Morses mâles les plus lourds devraient avoir un poids au moins égal à quelle valeur ?
- 6) Quelle est la probabilité de trouver un Morse mâle pesant moins de 1000 kg ?
- 7) Quelle est la probabilité de trouver un Morse mâle pesant exactement 1000 kg ?

**Problème IV (3.5 points) :**

On étudie des échantillons constitués de mesures d'un caractère quantitatif continu.

- 1) Par quel test va-t-on comparer 2 échantillons de respectivement 12 et 15 données distribuées normalement ?
- 2) Par quel test va-t-on comparer 2 échantillons indépendants de respectivement 12 et 15 données qui ne sont pas distribuées normalement ?
- 3) Par quel test va-t-on comparer 2 échantillons appariés de respectivement 12 et 15 données qui ne sont pas distribuées normalement ?
- 4) Par quel test va-t-on comparer 2 échantillons de respectivement 60 et 65 données distribuées normalement ?
- 5) Par quel test va-t-on comparer 2 échantillons de respectivement 12 et 65 données distribuées normalement ?
- 6) Par quel test va-t-on comparer 4 échantillons de respectivement 12, 15, 15 et 18 données distribuées normalement ?
- 7) Par quel test va-t-on comparer 4 échantillons de respectivement 12, 15, 15 et 18 données qui ne sont pas distribuées normalement ?

TABLE XV — VALEURS CRITIQUES DE  $H$ : TEST DE KRUSKAL-WALLIS, CAS DE 3 PETITS ÉCHANTILLONS

La table indique, pour différentes valeurs de  $n_1$ ,  $n_2$  et  $n_3$ , la probabilité  $\alpha$  d'obtenir une valeur de  $H$  supérieure à la valeur critique  $H_\alpha$ .

$n_1$	$n_2$	$n_3$	$H_\alpha$	$\alpha$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$H_\alpha$	$\alpha$
3	2	2	5,357	0,029	5	3	2	6,909	0,009
			4,714	0,048				6,822	0,010
3	3	1	5,143	0,043				5,251	0,049
3	3	2	6,250	0,011	5	3	3	5,105	0,052
			5,361	0,032				7,079	0,009
3	3	3	7,200	0,004				6,982	0,011
			6,489	0,011				5,648	0,049
			5,689	0,079	5	4	1	5,515	0,051
			5,600	0,050				6,954	0,008
4	2	2	6,000	0,014				6,840	0,011
			5,333	0,033				4,985	0,044
			5,125	0,052	5	4	2	7,204	0,009
4	3	1	5,833	0,021				7,118	0,010
			5,208	0,050				5,273	0,049
4	3	2	6,444	0,008	5	4	3	5,268	0,050
			6,300	0,011				7,445	0,010
			5,444	0,046				7,395	0,011
			5,400	0,051				5,656	0,049
4	3	3	6,745	0,010	5	4	4	5,631	0,050
			6,709	0,013				7,760	0,009
			5,790	0,046				7,744	0,011
			5,727	0,050	5	5	1	5,657	0,049
4	4	1	6,667	0,010				5,618	0,050
			6,167	0,022	5	5	2	7,309	0,009
			4,967	0,048				6,836	0,011
4	4	2	7,036	0,006				5,127	0,046
			6,873	0,011	5	5	3	4,909	0,053
			5,454	0,046				7,338	0,010
			5,236	0,052				7,269	0,010
4	4	3	7,144	0,010				5,338	0,047
			7,136	0,011	5	5	4	5,246	0,051
			5,598	0,049				7,578	0,010
			5,576	0,051				7,542	0,010
4	4	4	7,654	0,008				5,705	0,046
			7,538	0,011				5,626	0,051
			5,692	0,049	5	5	5	7,823	0,010
5	2	1	5,250	0,036				7,791	0,010
			5,000	0,048				5,666	0,049
5	2	2	6,533	0,008	5	5	5	5,643	0,050
			6,133	0,013				8,000	0,009
			5,160	0,034				7,980	0,010
5	3	1	6,400	0,012				5,780	0,049
			4,960	0,048				5,660	0,051
			4,871	0,052					

TABLE

L  
tique  $T$ ,  
porté à  
colonnes  
choisi.

$n$
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

TABLE IV - ORDONNÉES DE LA COURBE NORMALE CENTRÉE RÉDUITE

La table fournit les ordonnées  $f(z)$  pour différentes valeurs de  $z$  positives ou non. Pour les petites valeurs de  $z$ , la première colonne indique la première décimale de  $z$  et la première rangée fournit la deuxième décimale.

Exemple : pour  $z = 1,21 : f(z) = 0,1919$   
 pour  $z = -1,21 : f(z) = 0,1919$

$z$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,3989	0,3989	0,3989	0,3988	0,3986	0,3984	0,3982	0,3980	0,3977	0,3973
0,1	0,3970	0,3965	0,3961	0,3956	0,3951	0,3945	0,3939	0,3932	0,3925	0,3918
0,2	0,3910	0,3902	0,3894	0,3885	0,3876	0,3867	0,3857	0,3847	0,3836	0,3825
0,3	0,3814	0,3802	0,3790	0,3778	0,3765	0,3752	0,3739	0,3725	0,3712	0,3697
0,4	0,3683	0,3668	0,3653	0,3637	0,3621	0,3605	0,3589	0,3572	0,3555	0,3538
0,5	0,3521	0,3503	0,3485	0,3467	0,3448	0,3429	0,3410	0,3391	0,3372	0,3352
0,6	0,3332	0,3312	0,3292	0,3271	0,3251	0,3230	0,3209	0,3187	0,3166	0,3144
0,7	0,3123	0,3101	0,3079	0,3056	0,3034	0,3011	0,2989	0,2966	0,2943	0,2920
0,8	0,2897	0,2874	0,2850	0,2827	0,2803	0,2780	0,2756	0,2732	0,2709	0,2685
0,9	0,2661	0,2637	0,2613	0,2589	0,2565	0,2541	0,2516	0,2492	0,2468	0,2443
1,0	0,2420	0,2396	0,2371	0,2347	0,2323	0,2299	0,2275	0,2251	0,2227	0,2203
1,1	0,2179	0,2155	0,2131	0,2107	0,2083	0,2059	0,2036	0,2012	0,1989	0,1965
1,2	0,1942	0,1919	0,1895	0,1872	0,1849	0,1826	0,1804	0,1781	0,1758	0,1736
1,3	0,1714	0,1691	0,1669	0,1647	0,1626	0,1604	0,1582	0,1561	0,1539	0,1518
1,4	0,1497	0,1476	0,1456	0,1435	0,1415	0,1394	0,1374	0,1354	0,1334	0,1315
1,5	0,1295	0,1276	0,1257	0,1238	0,1219	0,1200	0,1182	0,1163	0,1145	0,1127
1,6	0,1109	0,1092	0,1074	0,1057	0,1040	0,1023	0,1006	0,0989	0,0973	0,0957
1,7	0,0940	0,0925	0,0909	0,0893	0,0878	0,0863	0,0848	0,0833	0,0818	0,0804
1,8	0,0790	0,0775	0,0761	0,0748	0,0734	0,0721	0,0707	0,0694	0,0681	0,0669
1,9	0,0656	0,0644	0,0632	0,0620	0,0608	0,0596	0,0584	0,0573	0,0562	0,0551
2,0	0,0540	0,0529	0,0519	0,0508	0,0498	0,0488	0,0478	0,0468	0,0459	0,0449
2,1	0,0440	0,0431	0,0422	0,0413	0,0404	0,0396	0,0387	0,0379	0,0371	0,0363
2,2	0,0355	0,0347	0,0339	0,0332	0,0325	0,0317	0,0310	0,0303	0,0297	0,0291
2,3	0,0283	0,0277	0,0270	0,0264	0,0258	0,0252	0,0246	0,0241	0,0235	0,0229
2,4	0,0224	0,0219	0,0213	0,0208	0,0203	0,0198	0,0194	0,0189	0,0184	0,0180
2,5	0,0175	0,0171	0,0167	0,0163	0,0158	0,0154	0,0151	0,0147	0,0143	0,0139
2,6	0,0136	0,0132	0,0129	0,0126	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110	0,0107
2,7	0,0104	0,0101	0,0099	0,0097	0,0093	0,0091	0,0088	0,0086	0,0084	0,0082
2,8	0,0079	0,0077	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0067	0,0065	0,0063	0,0061
2,9	0,0060	0,0058	0,0056	0,0055	0,0053	0,0051	0,0050	0,0048	0,0047	0,0046
$z$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
3	0,0044	0,0033	0,0024	0,0017	0,0012	0,0009	0,0006	0,0004	0,0003	0,0002
4	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

TABLE V

La  
critique  
degrés de

P

Exemple

$\alpha$	0,99
1	.....
2	0,01
3	0,07
4	0,21
5	0,41
6	0,68
7	0,95
8	1,34
9	1,73
10	2,16
11	2,60
12	3,07
13	3,57
14	4,07
15	4,60
16	5,14
17	5,70
18	6,26
19	6,84
20	7,43
21	8,03
22	8,64
23	9,26
24	9,89
25	10,52
26	11,16
27	11,81
28	12,46
29	13,12
30	13,79
35	20,71
40	27,99
45	35,51
50	43,28
55	51,17
60	59,20
65	67,33

## TABLE DES VALEURS DE U

$n_1$	$n_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2								0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2
3						0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
4				0	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	13
5		0	1	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20	20
6		1	2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27	27
7		1	3	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	29	31	34	36	41
8	0	2	4	6	8	10	13	15	17	19	22	24	26	28	31	34	37	39	42	45
9	0	2	4	7	10	12	15	17	20	23	26	28	31	34	37	39	42	45	48	48
10	0	3	5	8	11	14	17	20	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55	58	62
11	0	3	6	9	13	16	19	23	26	30	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69
12	1	4	7	11	14	18	22	26	29	33	37	41	45	50	54	59	63	67	72	76
13	1	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45	50	55	59	64	67	74	78	83
14	1	5	9	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55	59	64	70	75	80	85	90
15	1	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	70	75	81	86	92	98
16	1	6	11	15	21	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75	81	87	93	99	105
17	2	6	11	17	22	28	34	39	45	51	57	63	67	74	80	86	93	99	106	112
18	2	7	12	18	24	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	92	99	106	113	119
19	2	7	13	19	25	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	119	127
20	2	8	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127	127

Utilisation de la table :

Calculer  $U_1$  et  $U_2$  (tes. de Mann-Whitney, p. 17).

Prendre le "U" le plus faible et le comparer à la valeur lue dans la table à la croisée de  $n_1$  (effectif de l'échantillon 1) et de  $n_2$  (effectif de l'échantillon 2).

Si U est plus petit que la valeur lue de la table, la différence est significative (au DS 95 %).

KAL-

### TABLE XVI — VALEURS CRITIQUES DE T (TEST DE WILCOXON POUR ÉCHANTILLONS APPARIÉS)

abilité

La table fournit, pour différents effectifs d'échantillons, la valeur critique  $T_\alpha$  correspondant à divers seuils de signification. La probabilité  $\alpha$  se rapporte à un test unilatéral. Pour effectuer un test bilatéral il suffit de choisir la colonne affichant une valeur de  $\alpha$  égale à la moitié du seuil de signification choisi.

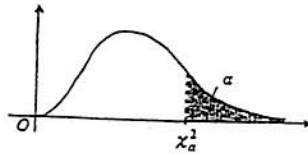
$\alpha$

0,009  
0,010  
0,049  
0,052  
0,009  
0,011  
0,049  
0,051  
0,008  
0,011  
0,044  
0,009  
0,010  
0,049  
0,050  
0,010  
0,011  
0,049  
0,050  
0,009  
0,011  
0,049  
0,050  
0,009  
0,011  
0,046  
0,053  
0,010  
0,010  
0,047  
0,051  
0,010  
0,010  
0,046  
0,051  
0,010  
0,010  
0,049  
0,050  
0,009  
0,010  
0,049  
0,051

n	$\alpha$				
	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
6	2	0			
7	3	2	0		
8	5	3		0	
9	8	5	3	1	
10	10	8	5	3	
11	13	10	7	5	0
12	17	13	9	7	1
13	21	17	12	9	2
14	25	21	15	12	4
15	30	25	19	15	6
16	35	29	23	19	8
17	41	34	27	23	11
18	47	40	32	27	14
19	53	46	37	32	18
20	60	52	43	37	21
21	67	58	49	42	25
22	75	65	55	48	30
23	83	73	62	54	35
24	91	81	69	61	40
25	100	89	76	68	45
26	110	98	84	75	51
27	119	107	92	83	57
28	130	116	101	91	64
29	140	126	110	100	71
30	151	137	120	109	78
31	163	147	130	118	86
32	175	159	140	128	94
33	187	170	151	138	102
34	200	182	162	148	111
35	213	195	173	159	120
36	227	208	185	171	130
37	241	221	198	182	140
38	256	235	211	194	150
39	271	249	224	207	161
40	286	264	238	220	172
41	302	279	252	233	183
42	319	294	266	247	195
43	336	310	281	261	207
44	353	327	296	276	220
45	371	343	312	291	233
46	389	361	328	307	246
47	407	378	345	322	260
48	426	396	362	339	274
49	446	415	379	355	289
50	466	434	397	373	304
51	486	453	416	390	319
52	507	473	434	408	335
53	529	494	454	427	351
54	550	514	473	445	368

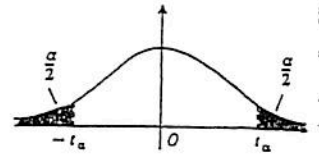
**Lois de Pearson ou lois du  $\chi^2$**

Si  $Y^2$  est une variable aléatoire qui suit la loi du  $\chi^2$  à  $v$  degrés de liberté, la table donne, pour  $\alpha$  choisi, le nombre  $\chi^2_\alpha$  tel que  $P(Y^2 \geq \chi^2_\alpha) = \alpha$ .



**Lois de Student**

Si  $T$  est une variable aléatoire qui suit la loi de Student à  $v$  degrés de liberté, la table donne, pour  $\alpha$  choisi, le nombre  $t_\alpha$  tel que  $P(|T| \geq t_\alpha) = \alpha$ .



$v \backslash \alpha$	0,99	0,975	0,95	0,90	0,10	0,05	0,025	0,01	0,001
1	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,12	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,08	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,57	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

$v \backslash \alpha$	0,90	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,158	1,000	1,963	3,078	6,314	12,706	31,82	63,657	636,619
2	0,142	0,816	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,137	0,765	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,134	0,741	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,727	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,131	0,713	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,711	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,130	0,706	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,703	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,700	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,697	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,695	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,694	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,692	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,691	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,691	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,689	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,688	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,688	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,687	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,686	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,686	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,685	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,685	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,684	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,684	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,684	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,683	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,683	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	0,127	0,683	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,126	0,681	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
80	0,126	0,679	1,046	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,126	0,677	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,126	0,674	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Lorsque le degré de liberté  $v$  est tel que  $v > 30$ , la variable aléatoire :

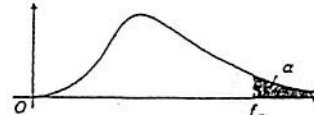
$$U = \sqrt{2Y^2} - \sqrt{2v - 1}$$

suit à peu près la loi normale réduite.

Lorsque le degré de liberté est infini, il s'agit du nombre  $u_\alpha$  correspondant à la loi normale centrée réduite (cf. table 2).

**Lois de Snédécour ( $\alpha = 0,05$ )**

Si  $F$  est une variable aléatoire qui suit la loi de Snédécour à  $(v_1, v_2)$  degrés de liberté, la table donne le nombre  $f_\alpha$  tel que  $P(F \geq f_\alpha) = \alpha = 0,05$ .



$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	30	$\infty$
1	161	200	216	225	230	234	239	242	246	248	250	254
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,85	8,79	8,70	8,66	8,62	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,96	5,86	5,80	5,75	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,74	4,62	4,56	4,50	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,06	3,94	3,87	3,81	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,64	3,51	3,44	3,38	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,35	3,22	3,15	3,08	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,14	3,01	2,94	2,86	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,98	2,85	2,77	2,70	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,85	2,72	2,65	2,57	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,75	2,62	2,54	2,47	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,77	2,67	2,53	2,46	2,38	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,60	2,46	2,39	2,31	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,54	2,40	2,33	2,25	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,49	2,35	2,28	2,19	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,45	2,31	2,23	2,15	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,41	2,27	2,19	2,11	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,38	2,23	2,16	2,07	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,35	2,20	2,12	2,04	1,84
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,30	2,15	2,07	1,98	1,78
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,25	2,11	2,03	1,94	1,73
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,22	2,07	1,99	1,90	1,69
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,29	2,19	2,04	1,96	1,87	1,65
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,16	2,01	1,93	1,84	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,08	1,92	1,84	1,74	1,51
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	2,03	1,87	1,78	1,69	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,10	1,99	1,84	1,75	1,65	1,39
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,95	1,79	1,70	1,60	1,32
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,31	2,19	2,03	1,93	1,77	1,68	1,57	1,28
$\infty$	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	1,94	1,83	1,67	1,57	1,46	1,00

TABLE III — AIRES LIMITÉES PAR LA COURBE NORMALE CENTRÉE RÉDUITE

La table fournit les valeurs de  $\phi(z)$  pour  $z$  positif. Lorsque  $z$  est négatif il faut calculer le complément à l'unité de la valeur lue dans la table. La première colonne indique la première décimale de  $z$  et la première rangée fournit la deuxième décimale.

Exemples : pour  $z = 1,21$ ,  $\phi(z) = 0,8869$  et pour  $z = -1,21$ ,  $\phi(z) = 0,1131$

$z$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986

	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,9987	0,9990	0,9993	0,9995	0,9997	0,9998	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	1,0000
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

**L3S6 : Module Géomorphologie et Hydrogéologie, Session 1, Mai 2025 :**

*Calculatrices autorisées ; téléphones portables et documents de cours interdits.*

Durée de l'examen 2H. Chacune des **3 Parties** sera traitée sur une **feuille à part**.

Pensez à joindre à chaque copie les feuilles d'illustrations que vous aurez utilisées, annotées et d'y inscrire votre n° d'Etudiant.

-----

**Partie 1 : Géomorphologie continentale (8pts) ; Partie 2 : Géomorphologie littorale (5pts) ; Partie 3 : Hydrogéologie (7pts)**

-----

**Partie 1**

**Question 1** (2pt) : En utilisant les éléments abordés dans le cours vous commenterez la photo ci-dessous (que vous pouvez annoter). Quels phénomènes observables ? Pour quels processus et quels agents érosifs? Où peut-on rencontrer un tel paysage ?



Photographie : Francis Albarède

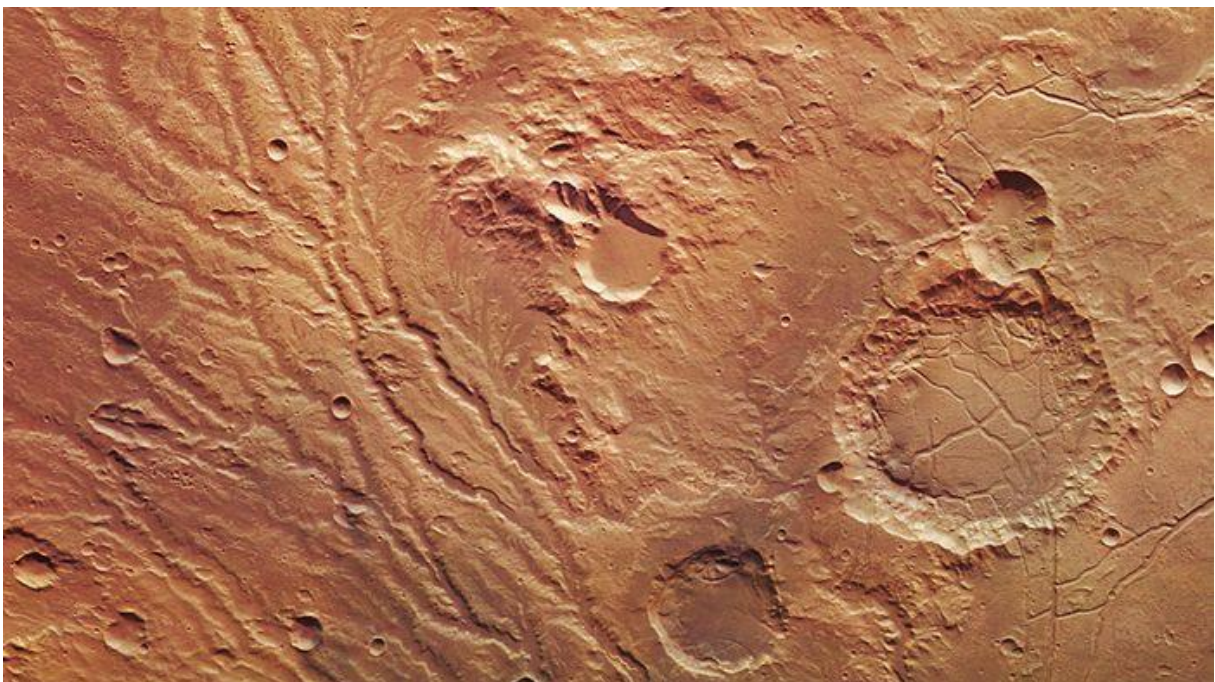
**Question 2** (3pt): Réalisez sur deux pages une série de dessins pour expliquer comment a été creusée la vallée de la Somme dans le substrat géologique local. Vous décomposerez notamment l'un des cycles ayant aboutis au paysage actuel. Vos dessins peuvent être annotés et disposer de deux lignes d'explication/légende sous-jacentes maximum.

**Question 3 (3 pt) :** Les deux photographies suivantes présentent un paysage du Sahara (a) et une photographie satellite de la planète Mars (b). Annotez les éléments géomorphologiques que vous reconnaitrez et indiquez le(s) processus impliqués et le nom du type de modelés.

**a**

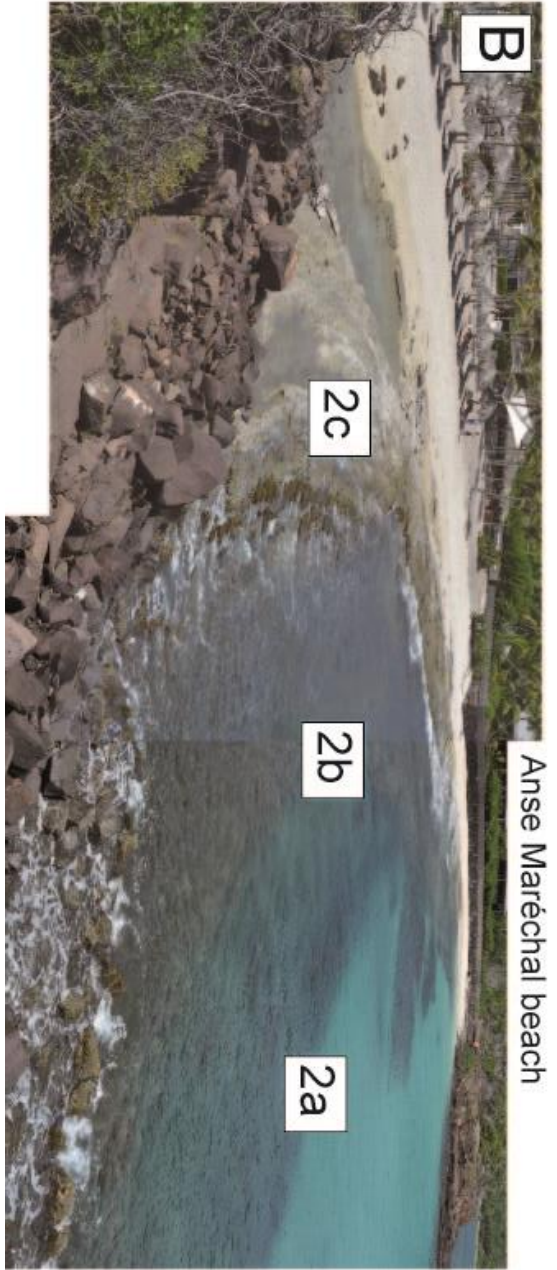
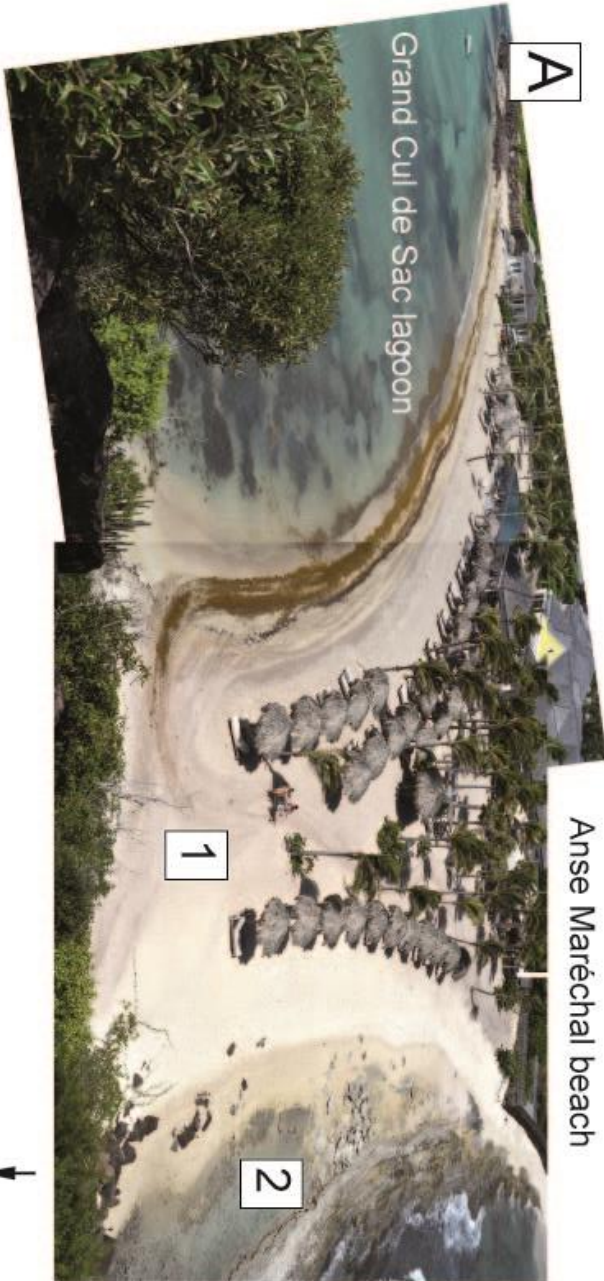


**b**



SUJET de Géomorphologie littorale

Question : Comment se forment les éléments géomorphologiques 1 et 2 des figures A et B.  
Expliquez à l'aide d'un schéma l'étagement bathymétrique des éléments 2a, 2b et 2c.





# Sujet de session 1

## UE Sciences du Comportement animal L3S6

Mai 2026

**Sujet de Mr Pierrefiche (sur une copie)**

### **Contrôle des connaissances :**

- 1) Citez les émotions primaires selon Paul Ekman
- 2) Pourquoi dit-on qu'une émotion a une fonction « bio-régulatrice » ?
- 3) Quel est le message global à retenir de la théorie de Damasio
- 4) Parlez-moi du phénomène d'empreinte

### **Contrôle des compétences :**

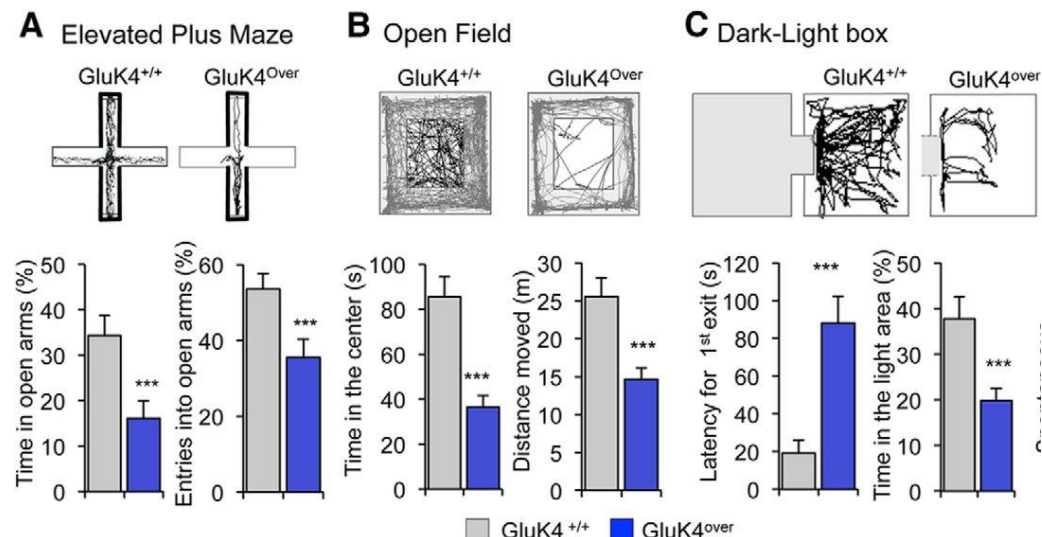
Vous êtes chercheur dans un laboratoire de neurophysiologie, et vous souhaitez analyser les signaux électrophysiologiques liés à la mémoire et aux apprentissages. Indiquez :

- 1) Dans quelle structure cérébrale vous allez faire vos enregistrements,
- 2) quel modèle expérimental allez-vous utiliser ? (animal intact, tranche, culture de cellules...)
- 3) quels types de phénomènes électriques allez-vous étudier dans ce modèle et
- 4) établissez un protocole expérimental permettant (i) d'identifier les récepteurs mis en jeu lors de l'induction du phénomène électrique étudié et (ii) pour démontrer leur rôle dans soit l'induction, soit la maintenance du/des phénomènes étudiés.

# Sujet de Mr Ben-Hamida (sur une copie séparée)

## Calculatrice non programmable autorisée

### 1. Décrivez et interprétez les résultats illustrés sur ces graphiques :



**A–C.** Traces représentatives (en haut) de souris normales (**GluK4<sup>+/+</sup>**) et de souris **GluK4<sup>Over</sup>** (souris transgéniques surexprimant **GluK4**) explorant un **labyrinthe en croix surélevé** (A ; les traits les plus épais indiquent les bras fermés), une **arène de champ libre** (B) et une **boîte clair-obscur** (C). Dans le panneau B, la zone ombrée correspond à la périphérie de l'arène, tandis que le contour clair délimite le centre. Les histogrammes du bas montrent les quantifications correspondantes (**moyenne ± SEM**). **\*p < 0,001, test t de Student.**

### 2. Analyse des données du test du labyrinthe en croix surélevé

Douze rats ont été répartis en trois groupes expérimentaux :

- Groupe contrôle
- Traitement A
- Traitement B

Les animaux ont été testés pendant 5 minutes dans un labyrinthe en croix surélevé.

Les paramètres relevés sont :

- le pourcentage de temps passé dans les bras ouverts
- le nombre d'entrées dans les bras ouverts

a. Pourcentage de temps passé dans les bras ouverts

Rat	Contrôle	Traitement A	Traitement B
1	22	36	11
2	19	40	14
3	24	34	9
4	21	38	13

b. Nombre d'entrées dans les bras ouverts

Rat	Contrôle	Traitement A	Traitement B
1	4	6	2
2	3	7	2
3	4	6	1
4	3	6	2

- 1) Calculez la moyenne, l'écart-type et l'erreur standard de la moyenne (SEM) pour chacun des deux paramètres dans chaque groupe.
- 2) Analysez les résultats obtenus pour les trois groupes.
- 3) À partir des données, proposez l'interprétation la plus probable du profil comportemental du traitement A et du traitement B.

**FIN DU SUJET DE SCA**



## II- Caractérisation de l'expression d'un gène cible chez une plante.

Voici la séquence du gène At1g48020, précédée de son promoteur.

Promoteur (1000 pb)

5'UTR

Séquence codante

3'UTR

```
TTGATTATGACAAGGTTCTGGTGTGTTTACACTCATCTGAGGTTGCTTCGGTTGGTAAAACCGAAGAACAGCTGAAGAAAGAAGGTGTGAGTT
ACCGGTTGGGAAATCCCGTTTATGGCGAATAGCAGAGCTAAGGCTATTGATAATGCAGAAGGATTGGTTAAGATTCTGGCCGATAAGGAGACTG
ATAAGATCTTGGGCGTTCACATTATGGCGCCAAACGCTGGAGAGCTGATTCATGAGGCTGTTCTTGGCGATTAACCTACGATGCATCAAGTGAAGACA
TTGCTCGAGTCTGCCATGCTCATCCCCTATGAGCGAGGCTCTTAAGGAAGCTGCCATGGCCACCTATGACAAGCCTATTACATCTAAAAGGGAA
CAAGGTATGTACACTTTGGTCTGATTTGGTTTTGTTTCGGTTTTGGTTTTAGATTTTTGATTTGCGGTTTTGATTTCTTATGTATCTAATCACATCC
CACACTAGGAAGACCTTAAAGGAGTGAGCCACCTATGACAAGCCAAATCGATATCTTAACCTGGTTGGATTTTGGTTCGGTTTTCTGTGGTTTAGC
CTTCAATTTGTCCTTTATACTGTGTTTTATTTCGTTAATGTTTCAGATACGTGTTAAGCCTGATCTTTAATAAAAATATTCAACATTCACTCAACACT
TTTTATTGCTTCCGGCTTGCTTTCTAGTTTTTGGTTTTACTAAACCCAAAAATTGATTAGTCAGTTCATACGTTAATAAATTAGGGGATATACATT
ATGCATTCATAAGAGACCAAAATTAATCAATTAGTCCATGATTAGATAAGTACATACAATTTGATGTTATCATCTAATGATAACTGTATACTA
TATTTGCAATTCTTCAACAATGGTAAAAACTTTTTTCATCGTTCATGTCAACTTCTATCTTGATTCTGTTTTTACTAATGCGTTGTACGTAAA
TTACTCTAATAATAAATACTCATTGCTTTGAATATTATTTCTACCACAAACTTGGAAAACTAAAAATTACTAGAGAAAAAAGAAATGGCTGCGAATCTA
AGGAACAATGCGTTCTTGTCTTCTCTCATGTTTCTTCTCTTGATCGGTTTCATCATAACGCAATCACAAGTTCAGAAATGAGCACAATCTGTGACAAA
ACCTTAAATCCATCTTCTGTCTTAAGTTCCTCAATACGAAATTCGCATCGCCTAATCTTCAAGCCTTGGCAAAAACCACACTTGATTCTACACAA
GCGAGAGCTACACAAACGTTAAAGAACTCCAATCTATTATCGATGGAGGAGTCGACCCTCGATCTAAGTTAGCTTACAGGTCATGCGTAGATGAA
TACGAGAGCGCGATTGGAAACCTCGAGGAAGCTTTTGAGCATTTAGCTTCAGGAGATGGTATGGGGATGAACATGAAAGTTTCTGCTGCATTGGAT
GGAGCTGATACATGTTTAGATGATGTGAAGAGATTGAGATCAGTAGATTCTTCGGTTGTGAATAACAGTAAAACAATTAAGAATCTTTGTGGTATT
GCTCTTGTATCTCTAACATGTTACCACGTAATTAATTTGAAAATCTTCATCATGTGTTGCTCTGATTAATTGTAATTGTTTGAAGAAGACAAACTAAA
TTAATATACTTCTATTATAATGAAGCTTAGTTTGATAATATCCAACGTAACCCATGCCAATACAAAAGGCTTCAAAAAATGTAATGATTGATAATTAAGTA
ATTTGTTTTTGTAG
```

L'expression de ce gène peut être régulée en réponse à une infection par un champignon pathogène racinaire.

Afin de vérifier cette régulation, plusieurs stratégies expérimentales peuvent être envisagées, dont (1) la **RT-PCR quantitative** et (2) la **fusion « promoteur-gène rapporteur »**.

- Expliquez en détail le principe de la **RT-PCR quantitative** (quantification de l'expression du gène, vérification de la spécificité de l'expression...). Surlignez un couple d'amorces que vous choisiriez pour réaliser cette expérimentation en précisant pourquoi ce choix.

### Partie 2 : SAE

- Citez une base de données dans laquelle on peut trouver des informations sur l'expression d'un gène.
- Concernant la **fusion « promoteur-gène rapporteur »**, expliquez comment réaliser une telle construction moléculaire. Vous préciserez, à chaque étape, les outils de bioinformatiques nécessaires.
- Quels sont les avantages/inconvénients/spécificités de chacune de ces approches (RT-PCR quantitative et fusion « promoteur-gène rapporteur ») ?

Licence 3 Chimie  
**Chimie des Biomolécules**

mai 2026 – durée 1h

Les téléphones portables ne sont pas autorisés et doivent être éteints pendant l'épreuve.  
Sans document.

*Vos réponses devront être clairement justifiées.*

**Exercice 1**

- 1) Pour un acide aminé simple possédant deux pKa, quelle expression correspond au pH isoélectrique pHi ?
  - a- Le pHi est égal à  $\frac{pKa1 + pKa2}{2}$
  - b- Le pHi est donné par  $pHi = \frac{1}{2} (pKa1 + pKa2)$
  - c- Le pHi est la moyenne arithmétique de tous les pKa, y compris ceux de la chaîne latérale
  - d- Le pHi est égal à  $pKa1 - pKa2$
  
- 2) Lors de l'activation d'un acide carboxylique avec DCC pour former une liaison peptidique, quel est le sous-produit formé ?
  - a- Dicyclohexylphosphate
  - b- Hydroxybenzotriazole
  - c- Triéthylamine
  - d- DiCyclohexylUrée
  
- 3) Quelle est la différence principale entre un nucléoside et un nucléotide ?
  - a- Un nucléotide est un nucléoside auquel est lié au moins un groupe phosphate
  - b- Un nucléoside contient déjà des phosphates, un nucléotide non
  - c- Un nucléoside est toujours phosphorylé
  - d- Un nucléotide est uniquement la base azotée sans sucre
  
- 4) À quoi sert la glycosylation de Vorbrüggen en chimie des nucléosides ?
  - a- À protéger les groupes phosphate pendant la synthèse
  - b- À remplacer une base par un nucléotide phosphorylé
  - c- À lier une base azotée à un sucre pour former un nucléoside
  - d- À cliver l'oligonucléotide de la résine

## Exercice 2

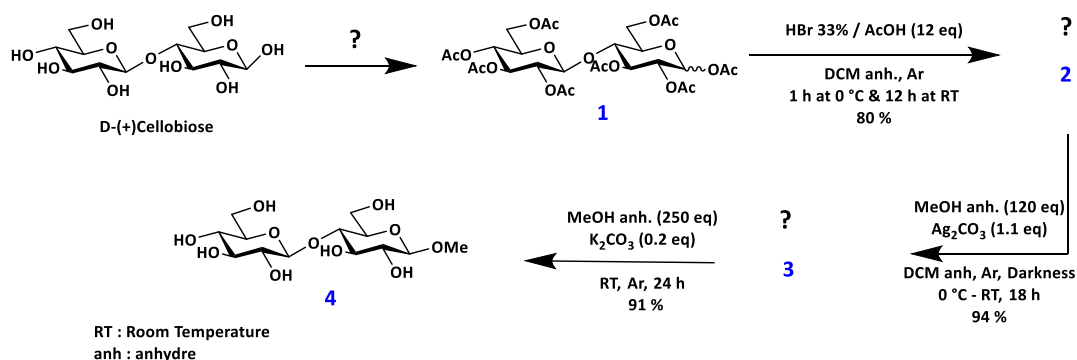
On se propose de réaliser la synthèse d'un dipeptide **Ala-Phe** en utilisant la synthèse sur support solide. Vous disposez des réactifs et matériaux suivants :

- Résine Wang (hydroxyméthylphénoxy)
- Fmoc-Ala et Fmoc-Phe
- DIC, DCC, DMAP, HOBT, TFA, HF
- Pipéridine

- 1) Quelle est la structure de Fmoc-Phe ? Proposez des conditions opératoires et le mécanisme permettant sa préparation.
- 2) Pourquoi utilise-t-on le groupe Fmoc pour protéger la fonction amine des acides aminés ?
- 3) Décrivez toutes les étapes nécessaires permettant la synthèse du dipeptide.

## Exercice 3

Au LG2A, une étudiante en thèse travaille sur la synthèse d'un intermédiaire avancé en glycochimie qui s'effectue de la façon suivante.



- 1) Que signifie la lettre D et le signe + dans D-(+)cellobiose ?
- 2) Donnez les conditions réactionnelles permettant le passage du D-cellobiose vers le composé n°1.
- 3) Proposez une structure pour le composé n°2.
- 4) Donnez la structure du composé n°3 ainsi que le mécanisme.
- 5) Donnez le mécanisme de formation du composé n°4.

# A GUIDE TO THE TWENTY COMMON AMINO ACIDS

AMINO ACIDS ARE THE BUILDING BLOCKS OF PROTEINS IN LIVING ORGANISMS. THERE ARE OVER 500 AMINO ACIDS FOUND IN NATURE - HOWEVER, THE HUMAN GENETIC CODE ONLY DIRECTLY ENCODES 20. 'ESSENTIAL' AMINO ACIDS MUST BE OBTAINED FROM THE DIET, WHILST NON-ESSENTIAL AMINO ACIDS CAN BE SYNTHESISED IN THE BODY.

**Chart Key:** ● ALIPHATIC ● AROMATIC ● ACIDIC ● BASIC ● HYDROXYLIC ● SULFUR-CONTAINING ● AMIDIC ○ NON-ESSENTIAL ○ ESSENTIAL

NAME <b>A</b> three letter code DNA codons	Chemical Structure single letter code	NAME <b>A</b> three letter code DNA codons	Chemical Structure single letter code	NAME <b>A</b> three letter code DNA codons	Chemical Structure single letter code	NAME <b>A</b> three letter code DNA codons	Chemical Structure single letter code
<b>ALANINE</b> <b>A</b> <i>Ala</i> GCT, GCC, GCA, GCG		<b>PHENYLALANINE</b> <b>F</b> <i>Phe</i> TTT, TTC		<b>TRYPHTOPHAN</b> <b>W</b> <i>Trp</i> TGG		<b>LYSINE</b> <b>K</b> <i>Lys</i> AAA, AAG	
<b>GLYCINE</b> <b>G</b> <i>Gly</i> GGT, GGC, GGA, GGG		<b>TYROSINE</b> <b>Y</b> <i>Tyr</i> TAT, TAC		<b>ASPARTIC ACID</b> <b>D</b> <i>Asp</i> GAT, GAC		<b>SENIINE</b> <b>S</b> <i>Ser</i> TCT, TCC, TCA, TCG, AGT, AGC	
<b>ISOLEUCINE</b> <b>I</b> <i>Ile</i> ATT, ATC, ATA		<b>GLUTAMIC ACID</b> <b>E</b> <i>Glu</i> GAA, GAG		<b>ARGININE</b> <b>R</b> <i>Arg</i> CGT, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG		<b>THREONINE</b> <b>T</b> <i>Thr</i> ACT, ACC, ACA, ACG	
<b>LEUCINE</b> <b>L</b> <i>Leu</i> CTT, CTC, CTA, CTG, TTA, TTG		<b>METHIONINE</b> <b>M</b> <i>Met</i> ATG		<b>HISTIDINE</b> <b>H</b> <i>His</i> CAT, CAC		<b>CYSTEINE</b> <b>C</b> <i>Cys</i> TGT, TGC	
<b>PROLINE</b> <b>P</b> <i>Pro</i> CCT, CCC, CCA, CCG		<b>ASPARAGINE</b> <b>N</b> <i>Asn</i> AAT, AAC		<b>GLUTAMINE</b> <b>Q</b> <i>Gln</i> CAA, CAG			

**Note:** This chart only shows those amino acids for which the human genetic code directly codes for. Selenocysteine is often referred to as the 21st amino acid, but is encoded in a special manner. In some cases, distinguishing between asparagine/aspartic acid and glutamine/glutamic acid is difficult. In these cases, the codes asx (B) and glx (Z) are respectively used.

N° identification : \_\_\_\_\_



## Sujet Ecophysiologie des Adaptations

Durée : 2h

Session 1 - Mai 2026

**Aucun document autorisé**

### Partie 1 : QCM. (4,5 points ; 25 min)

Pour chaque question, cocher la ou les bonne(s) réponse(s).

**0,25 points** par bonne réponse, **-0,25 points** par mauvaise réponse cochée. Répondre directement sur cette feuille d'examen et la glisser dans votre copie. **Pensez à reporter votre numéro d'identification en haut des feuilles qui concernent le QCM.**

**Q1** : La plasticité phénotypique se distingue de l'adaptation génétique par le fait qu'elle :

- Est héréditaire
- Est réversible et non héréditaire
- Est toujours avantageuse pour l'organisme
- Nécessite une mutation génétique

**Q2** : Un organisme capable de modifier sa morphologie en réponse à un changement environnemental (comme la croissance de poils plus épais en hiver) illustre :

- Une adaptation génétique
- Une acclimatation
- Une plasticité phénotypique
- Une mutation

**Q3** : L'homéostasie est définie comme :

- La capacité d'un organisme à maintenir un environnement interne stable malgré les variations externes
- Un processus de régulation exclusif aux mammifères
- Un mécanisme de réponse au stress uniquement
- Un phénomène lié à la plasticité phénotypique

**Q4** : Parmi les mécanismes suivants, lequel est un exemple de thermorégulation comportementale ?

- La production de sueur chez l'humain
- La recherche d'ombre par un reptile en cas de forte chaleur
- La vasoconstriction chez un mammifère
- La synthèse de cryoprotecteurs chez un insecte

**Q5 :** Les branchies externes des crustacés sont adaptées à :

- La captation de l'O<sub>2</sub> dissous dans l'eau
- La respiration en milieu aérien
- La filtration des particules alimentaires
- La régulation de la pression osmotique

**Q6 :** Chez les oiseaux, le système circulatoire est caractérisé par :

- Un cœur à 4 cavités avec une séparation complète entre sang oxygéné et désoxygéné
- Un cœur à 3 cavités avec un mélange partiel des sangs
- Un système ouvert sans vaisseaux sanguins
- Une circulation simple (un seul circuit)

**Q7 :** La respiration bimodale est observée chez :

- Les poissons téléostéens
- Les dipneustes
- Les insectes aquatiques
- Les amphibiens adultes

**Q8 :** Le rôle principal de l'urée dans l'excrétion est :

- De concentrer les déchets azotés pour économiser l'eau
- De faciliter la digestion des protéines
- De réguler le pH sanguin
- De servir de source d'énergie

**Q9 :** Les horloges biologiques influencent principalement :

- Les comportements alimentaires
- Les cycles de sommeil et d'activité
- La production d'hormones comme la mélatonine
- La thermorégulation

**Q10 :** Chez les mammifères, le refroidissement corporel par évaporation se fait principalement via :

- La transpiration cutanée
- L'halètement (respiration rapide)
- La vasodilatation des vaisseaux sanguins
- La production de mucus

**Q11 :** Les néphridies des annélides sont des organes spécialisés dans :

- La respiration

- L'excrétion et la régulation hydrique
- La digestion extracellulaire
- La circulation sanguine

**Q12** : La symbiose alimentaire chez les ruminants implique :

- Une digestion exclusive des glucides
- Une relation mutualiste avec des micro-organismes dans le rumen
- Une absorption directe des nutriments par la peau
- Une digestion uniquement intracellulaire

**Q13** : Chez les mammifères, la règle de Bergman stipule que :

- Les animaux des régions froides ont des appendices plus courts que ceux des régions chaudes
- Les animaux des régions froides ont une taille corporelle plus grande
- Les animaux des régions froides ont une couleur plus claire
- Les animaux des régions chaudes ont une taille corporelle plus grande

**Q14** : Le système circulatoire des insectes est :

- Un système ouvert, sans séparation entre sang et hémolymphe
- Un système fermé avec des vaisseaux sanguins
- Un système connecté directement aux branchies
- Un système sans pompe cardiaque

## **Partie 2** : Questions de cours. (15,5 points ; 1h35)

Répondre sur une feuille séparée en reprenant le numéro de chaque question. Répondre le plus succinctement possible : la concision et la clarté de vos réponses seront prises en compte dans la notation. Vous pouvez agrémenter votre copie de schémas explicatifs simples mais annotés, lorsque cela est pertinent, et seulement en complément d'un texte rédigé.

**Q1** : Définir l'écophysiologie des adaptations. En quelques mots, expliquer pourquoi c'est une science dite « intégrative » (1 pt).

**Q2** : Décrire un exemple, tiré du cours ou de vos connaissances personnelles, d'un effet transgénérationnel menant à la régulation homéostatique d'un animal (0,5 pt).

**Q3** : D'une manière générale, expliquer comment, d'un point de vue évolutif, un comportement menant à une régulation homéostatique est sélectionné et maintenu ? Une à deux phrases au maximum (1 pt).

**Q4** : Après son expérience sur les guppys, Baerends détermine que deux éléments régissent l'état de motivation d'un animal à effectuer un comportement. Quels sont-ils ? (1 pt).

**Q5** : Dans les relations de dominance entre individus d'une même espèce, quel est le rôle des hormones dans la régulation homéostatique ? Illustrez vos propos par un exemple (1 pt).

**Q6 :** Tous les animaux dorment-ils ? Proposer, en quelques lignes, une expérience à mener pour révéler l'importance adaptative du sommeil chez un animal (1 pt).

**Q7 :** Définir une espèce à stratégie eurytherme ou sténotherme. En vous référant aux notions d'écophysiologie adaptative, vous expliquerez pourquoi certaines espèces ont adopté la première stratégie et d'autres espèces la seconde (1 pt).

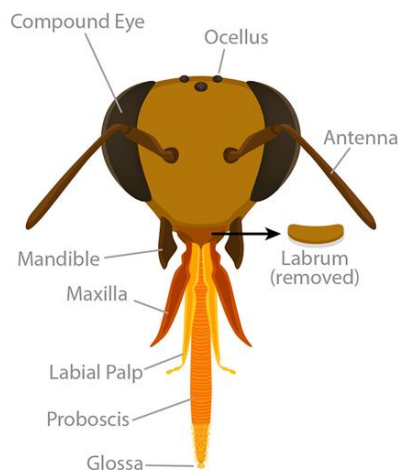
**Q8 :** Citer deux exemples d'adaptations comportementales et deux exemples d'adaptations anatomiques dont disposent certains animaux pour réguler leur température corporelle (1 pt).

**Q9 :** A l'approche de l'hiver, quel mécanisme permet aux arthropodes de passer l'hiver sans risquer de mourir du fait du gel extérieur ? Expliquer succinctement son fonctionnement général (1 pt).

**Q10 :** A quoi sert le sinus caverneux, une structure présente sous le cerveau chez certains mammifères, proche de la cavité nasale ? Expliquer son fonctionnement en quelques mots (1 pt).

**Q11 :** Définir une symbiose (0.25 pt). Définir une symbiose autotrophe (0.25 pt). Décrire le fonctionnement d'une symbiose autotrophe chémosynthétique, par exemple celle impliquant les polychètes tubicolores à tête rouge dans les sources hydrothermales océaniques (1 pt).

**Q12 :** Le schéma ci-dessous représente les pièces buccales d'un arthropode phytophage. De quel mode d'alimentation s'agit-il ? Décrire rapidement le fonctionnement de ces adaptations à la prise alimentaire et donner un exemple d'espèce possédant ce type de pièces buccales (1,5 pts).



*Mandible = mandibules*  
*Maxilla = maxilles*  
*Labrum = labre*  
*Labial palp = palpes labiaux (labium)*  
*Proboscis = trompe*  
*Glossa = langue*

**Q13 :** Comment certains oiseaux et reptiles marins excrètent-ils l'excédent de sel dans leur sang ? Expliquer le fonctionnement des glandes spécialisées associées (1 pt).

**Q14 :** Les oiseaux ont un appareil respiratoire complexe et très efficace. A l'aide d'un schéma, expliquer son fonctionnement général. Mettre en avant la principale innovation évolutive liée à ce mode de respiration de l'O<sub>2</sub> atmosphérique (1 pt).

**Q15 :** Quelle est la nature du système respiratoire des insectes aériens ? Expliciter succinctement son fonctionnement et sa structuration (1 pt).

**Université de Picardie Jules Verne**  
**L3S6 SVT - Biologie-Physiologie Cellulaire et Chimie - Biologie**  
**Epreuve d'Intégration du métabolisme humain**  
**Première session - Mai 2026**

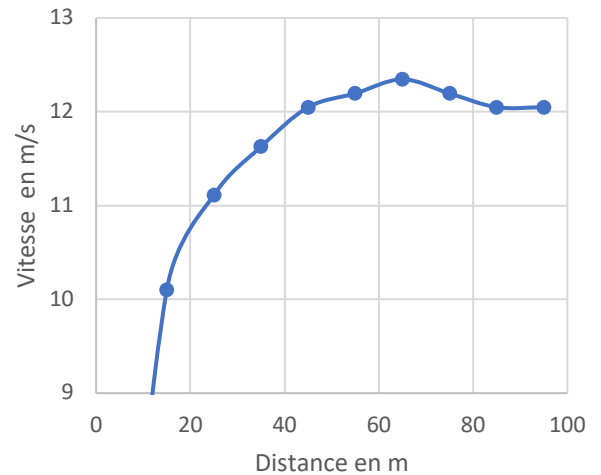
Durée : 2 h Polycopiés et notes de cours (manuscrites ou tapuscrites) autorisés

---

**A : Course de 100 m**

Le graphique ci-contre montre en détail la vitesse d'Usain Bolt lors de son record du monde de 100 m en 9,58 s à Berlin en 2009. On constate qu'après une première phase d'accélération, la vitesse maximale est atteinte entre 60 et 70 m de course avant de ralentir un peu sur la fin. En effet, contrairement aux apparences, sur un sprint il n'y a pas d'accélération finale mais il s'agit plutôt de ralentir le moins possible.

- 1 - Comment est généré l'ATP nécessaire à la contraction musculaire lors de ce sprint ?
- 2 - Quel aspect métabolique explique le ralentissement observé en fin de sprint ?



**B : Effet Warburg dans des cellules cancéreuses**

Otto Warburg en 1927 observa que beaucoup de cellules cancéreuses ont recours à la fermentation lactique sans qu'il y ait un manque d'oxygène. Pour des raisons pas entièrement comprises, ce changement contribue à la prolifération des cellules cancéreuses. A l'opposé, lorsqu'on arrive à arrêter ce recours à la fermentation lactique, les cellules cancéreuses prolifèrent moins. Un candidat médicament est le dichloroacétate qui agit comme inhibiteur de la pyruvate déshydrogénase kinase.

- 1 - Expliquez la régulation de la pyruvate déshydrogénase en fonction de la glycémie dans le foie sain.
- 2 - Comment peut-on expliquer l'effet du dichloroacétate sur la diminution de la fermentation lactique ?

**C: GLP-1 et diabète de type 2**

GLP-1 est une hormone qui est formée dans l'intestin lorsque la concentration intestinale de glucose est élevée. Elle entre dans la circulation sanguine et a plusieurs effets dont la stimulation de la production d'insuline, l'inhibition de la production de glucagon et le ralentissement de la vidange gastrique. Elle est dégradée en quelques minutes par la dipeptidylpeptidase 4.

- 1 - Expliquez comment GLP-1 participe à la régulation de la glycémie.
- 2 - Quelle sera la différence dans la réponse hormonale entre une prise orale de glucose et une perfusion avec du glucose ?
- 3 - Dans le diabète de type 2, les récepteurs insuline sont moins sensibles à l'insuline. Quelles en sont les conséquences ?
- 4 - Les gliptines sont des traitements de diabète de type 2. Ils ont un effet inhibiteur sur la dipeptidylpeptidase 4. Le sémaglutide est un analogue du GLP-1 qui n'est pas hydrolysé par la dipeptidylpeptidase 4. Il a une durée de demi-vie d'une semaine dans la circulation sanguine. Il est donné pour des cas plus sévères. Pourquoi ces médicaments diminuent-ils les effets du diabète ?

**La calculatrice est interdite.**

**Toutes les réponses doivent être justifiées et argumentées**

**EXERCICE 1 (sur 14 points)**

Voici un extrait de la fiche médicament de la fosfomycine, appartenant à une nouvelle famille d'antibiotiques : les acides phosphoniques.

*"Effets utiles en clinique*

*La fosfomycine est un antibiotique bactéricide. L'usage de la forme parentérale de la fosfomycine est réservé au traitement des infections à germes multirésistants. Utilisée en association et grâce à une bonne diffusion tissulaire, la fosfomycine est un antibiotique de choix dans le traitement des infections ostéo-articulaires (association aux tétracyclines ou aux céphalosporines), des infections neuroméningées (association aux polypeptides ou aux céphalosporines), et des septicémies.*

*Pharmacodynamie des effets utiles en clinique*

*Le risque de développement de bactéries résistantes étant élevé sous monothérapie, la fosfomycine doit toujours être utilisée en association. L'association avec les  $\beta$ -lactamines est synergique. En revanche, la fosfomycine ne doit pas être associée aux rifamycines en raison d'une association antagoniste.*

*La fosfomycine passe dans le lait maternel. Son utilisation est possible chez l'enfant et le nourrisson, en adaptant la posologie au poids du patient."*

- 1) Définir les mots soulignés dans le texte : antibiotique, bactéricide, germes multirésistants, septicémies, synergique, antagoniste.
- 2) Quel est le mode d'action des familles d'antibiotiques citées : tétracyclines, céphalosporines, polypeptides et rifamycines ?
- 3) Comment les bactéries peuvent-elles devenir résistantes à un antibiotique ? Quelles sont les différentes stratégies de résistance acquise ?
- 4) Quels sont les risques pour le nourrisson nourri au lait maternel d'une patiente traitée à la fosfomycine ?

5) Les résultats d'un test sur une souche d'*Escherichia coli* prélevée sur un patient sont présentés ci-dessous :



Légendes :

AMX amoxicilline ; TIC ticarcilline ; PIP pipéracilline ; TZP pipéracilline/tazobactam ;  
 CF céfalotine ; CXM céfuroxime ; TGC tigécycline ; FOX céfoxitine ;  
 FEP céfépime ; AMC amoxicilline/acide clavulanique ; IMP imipénème ; CTX céfotaxime ;  
 MOX moxalactam ; CAZ ceftazidime ; ATM aztréonam ; TCC ticarcilline/acide clavulanique ;  
 GM gentamicine ; TM tobramycine ; NET netilmicine ; AK amikacine ;  
 K kanamycine ; CRO ceftriaxone ; ETP ertapénème ; TE tétracycline ;  
 NA acide nalidixique ; NOR norfloxacine ; LVX lévofloxacine ; CIP ciprofloxacine ;  
 SXT sulfaméthoxazole ; RA rifampicine ; CS colistine ; FOS fosfomycine.

5.1) De quel test s'agit-il ? Donner le principe de cette méthode, ainsi qu'un protocole expérimental détaillé.

5.2) Commenter, analyser et interpréter ces résultats.

5.3) Le tazobactam est un inhibiteur de  $\beta$ -lactamases. Pourquoi tester cette molécule ? Interpréter les résultats pour PIP et TZP.

5.4) Expliquer les effets observés entre FEP et AMC, CAZ et AMC, CMX et AMC.

5.5) Comment soigner ce patient ? Proposer plusieurs protocoles de soins.

6) Les résultats d'un autre test sur une souche d'*Escherichia coli* prélevée sur un autre patient sont présentés ci-dessous :

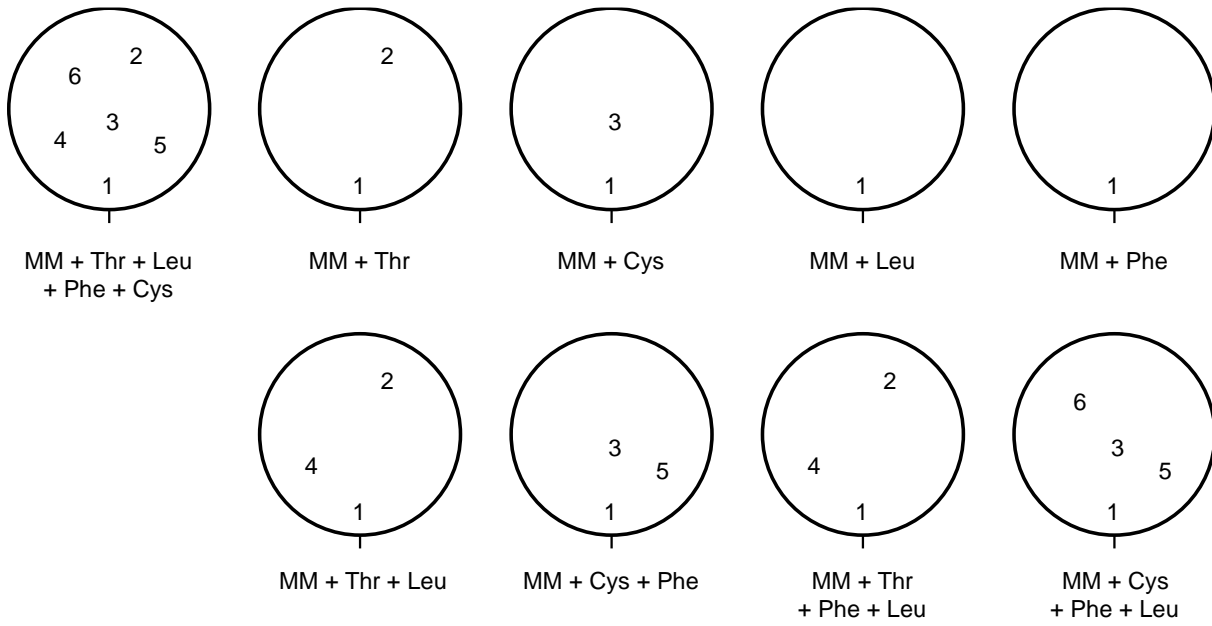


Mêmes légendes que figure précédente, MEM méropénème ; CIP ciprofloxacine ; OFX ofloxacine ; C chloramphénicol ; AN amikacine ; FT nitrofurantoïne ; CSS sulfaméthoxazole/triméthoprim.

- 6.1) Commenter, analyser et interpréter ces résultats.
- 6.2) Comment expliquer les différences entre les deux souches d'*E. coli* prélevées sur les deux patients ?
- 6.3) Interpréter les résultats pour PIP et TZP.
- 6.4) Comment soigner ce patient ?

### **EXERCICE 2 (sur 6 points)**

Six clones d'*Escherichia coli* numérotés de 1 à 6, sont cultivés sur milieu minimum MM additionné de Thréonine (Thr), Leucine (Leu), Phénylalanine (Phe) et Cystéine (Cys), puis repiqués par la technique du tampon de velours sur huit milieux minima MM diversement additionnés d'un ou de plusieurs de ces quatre acides aminés, comme indiqué sur la figure. Les clones qui poussent sur les boîtes de Pétri sont indiqués par leurs numéros.



1) Décrire la technique du tampon de velours.

2) Indiquer quels sont les phénotypes correspondants aux clones 1 à 6. S'il y a ambigüité sur le phénotype de certains clones, indiquer les expériences à réaliser pour trancher.

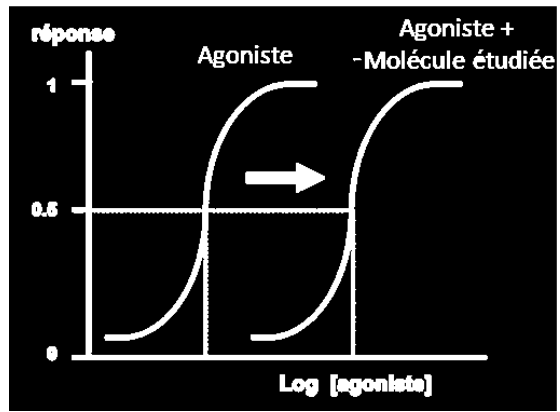
# Epreuve de Pharmacologie

## Cours de Mr Hague

### Question 1 : (5 points)

Donner les 5 critères qui permettent de définir la notion de récepteur, expliquer chaque critère.

### Question 2 : (5 points)



Définir le mode d'action de la molécule étudiée. Pourquoi ?

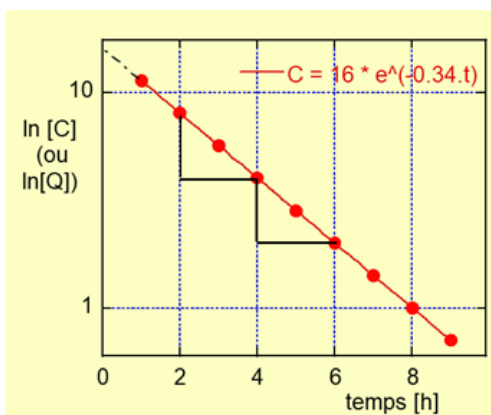
### Question 3 : (5 points)

Quels sont les différents phénomènes limitant la biodisponibilité des médicaments administrés *per os* ? Pourquoi ?

### Question 4 : (2.5 points)

Quels sont les différents paramètres à prendre en considération pour élaborer une combinaison efficace de médicaments pour une cure de chimiothérapie. Pourquoi ?

### Question 5 : (2.5 points)



600 mg d'un médicament sont administrés par voie intraveineuse à un patient pesant 60 Kg. L'évolution de la concentration plasmatique du médicament versus le temps est décrite sur le graphique de gauche. Afin de rester dans la fenêtre thérapeutique, à quelle fréquence faut-il administrer le médicament ? Calculer cette fréquence.



**Exercice 2 (2pt):** Dans l'ordre chronologique, quelles sont les 5 grandes extinctions de masse connues par le registre fossile au Phanérozoïque ? Répondez en complétant le tableau ci-dessous (à glisser/coller dans votre copie).

	Date (Ma)	Nom	Donnez un exemple de groupe fossile impacté ou ayant disparus
N°1			
N°2			
N°3			
N°4			
N°5			

**Exercice 2 (7pt):**

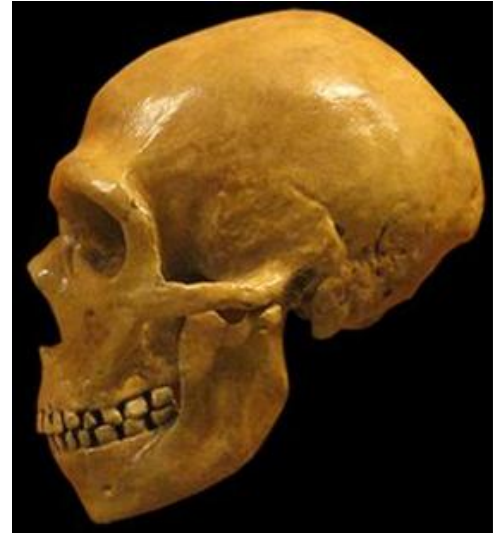
Deux espèces d'Homininés (Hominini) sont présentées face à face (crâne 1 et crâne 2) sur la page suivante. Vous annoterez sur les photographies (à glisser dans votre copie) les caractéristiques morphologiques de chacune en vous concentrant sur les éléments diagnostiques et discriminants.

Puis en 15 lignes **maximum** pour chaque espèce (2 x 10 lignes) vous décrirez leurs aires de répartition chronologique et géographique, la/les culture(s) matérielle(s) qui leur sont associées, leurs interactions éventuelles.

Crane n°1

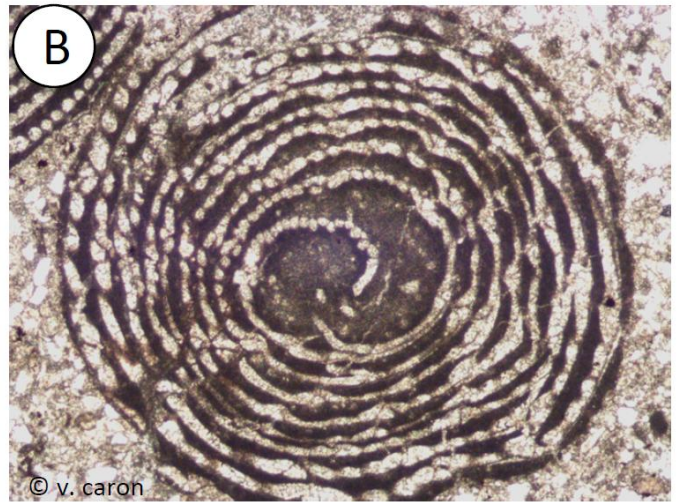
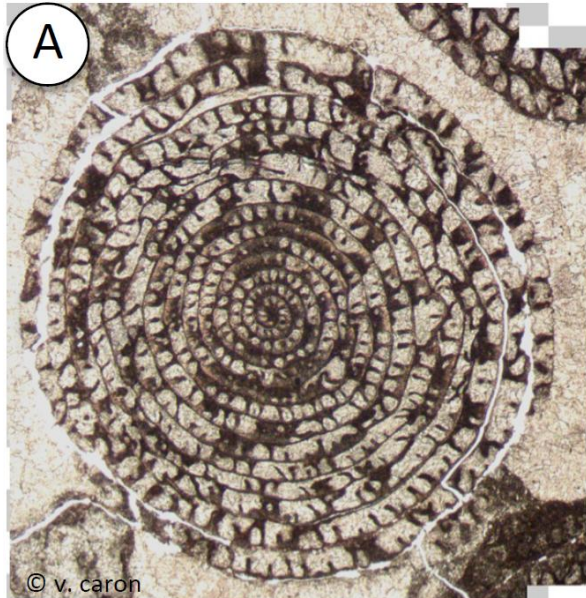


Crâne n°2



## Sujet n°2 (V. Caron)

Question : Identifiez (Embranchement, Famille, Âge) et décrivez les fossiles ci dessous (Type de section, type de fossile).





**LICENCE Sciences de la Vie et de la Terre – S6**

**Réponses des plantes aux contraintes environnementales (RPCE)**

**Session 1 – 12 mai 2026**

**Durée – 2h**

*Tout document et appareil électronique pouvant être connecté autres que ceux fournis ne sont pas autorisés.*

*A partir de vos connaissances et en vous aidant des figures fournies, vous exposerez :*

**la problématique dans la symptomatologie et les mécanismes allant de la perception à la mise en place d'une réponse de tolérance ou de résistance, vis-à-vis d'un stress abiotique et biotique appliqué sur une plante.**

**Vous préciserez si besoin les différences à considérer en fonction de la catégorie de stress abordée.**

Votre réponse devra être structurée, rédigée de façon claire et concise, et devra **déboucher sur les avantages d'utiliser le BABA comme moyen préventif pour la protection des plantes vis-à-vis** des deux types de contraintes environnementales.

Une introduction, un contenu rédigé suivant un plan détaillé choisi, et une conclusion sont attendus. Il est vivement conseillé d'illustrer votre composition avec vos propres schémas.

*Seront prises en compte dans la notation la clarté de la présentation et de la rédaction, la rigueur et la précision des propos scientifiques, la qualité de l'introduction et de la conclusion, l'originalité de l'organisation du plan, la qualité de vos illustrations et la gestion des figures qui étayent le raisonnement. Attention les figures sont en page 3 et leurs légendes détaillées en page 2.*

**Figure 1. Caractérisation de la lignée transgénique *35S:ERF1*, surexprimant le gène *ERF1* (code un facteur de transcription dépendant de l'éthylène) et relation avec la tolérance à la sécheresse chez la plante *Arabidopsis thaliana*.**

**(A-B)** Symptomatologie associée à la sécheresse et taux de survie observé pour les plantes sauvages (WT) et surexprimant *ERF1* (*35S:ERF1*). Des plantes âgées de 3 semaines ont été photographiées avant puis après 12 jours d'exposition à la sécheresse.

**(C)** Ouverture des stomates mesurée chez des plantes WT et *35S:ERF1* en réponse à l'application exogène d'ABA. Les stomates ont été éclairés pendant 2h30 afin de stimuler leur ouverture, puis 0 et 100  $\mu$ M d'ABA ont été appliqués, et l'ouverture des stomates a été mesurée 2h30 après l'application.

**(D-F)** Concentration en ABA (**D**) et en proline (**E**), et expression relative du gène *LEA 4-5* (**F** ; code une protéine de type « Late Embryogenesis Abundant », qui fait partie de la famille des Déhydrines), quantifiées pour les plantes WT et *35S:ERF1*, dans des feuilles de plantes âgées de 3 semaines en absence de stress.

Les valeurs représentent la moyenne  $\pm$  l'erreur standard. La présence d'astérisques indique une différence significative ( $p < 0,05$ ).

Figure adaptée d'après Cheng et al. *Plant Physiology* (2013), 162: 1566-1582.

**Figure 2. Inoculation de feuilles d'*Arabidopsis thaliana* avec une souche de bactérie *Pseudomonas syringae* et effets sur la teneur en acide salicylique (SA) et en camalexine (phytoalexine).**

**(A)** Photographie de feuilles d'*Arabidopsis* traitées (infiltration à la seringue) ou non avec la souche de *Pseudomonas*.

Ont été récoltées pour analyse : la moitié de feuille non infiltrée (PU) en regard de celle infiltrée avec *Pseudomonas* (PI), la moitié de feuille infiltrée avec du tampon (MI), tampon utilisé par ailleurs pour maintenir la souche en suspension et l'autre moitié non infiltrée (MU).

**(B-C)** Concentrations en SA (**B**) et en camalexine (**C**) mesurées sur des feuilles inoculées avec la souche de *Pseudomonas* (PI) ou non (PU, MI, MU).

**(D)** Accumulation des transcrits pour les gènes *ICS3* et *PAD3*, impliqués respectivement dans la biosynthèse du SA et de la camalexine, quantifiés par RT-PCR. Le gène *ACTIN2* est utilisé comme contrôle (abondance des ARN initialement extraits).

Les valeurs représentent la moyenne  $\pm$  l'erreur standard. Les différentes lettres indiquent une différence significative ( $p < 0,05$ ).

Figure adaptée d'après Simon et al. 2010, *Journal of Experimental Botany* 61: 3355-3370.

**Figure 3. Quantification du BABA ( $\beta$ -aminobutyric acid) endogène chez des plantes d'*Arabidopsis thaliana* exposées à différents stress, et effet d'une application exogène de BABA sur la tolérance au stress salin.**

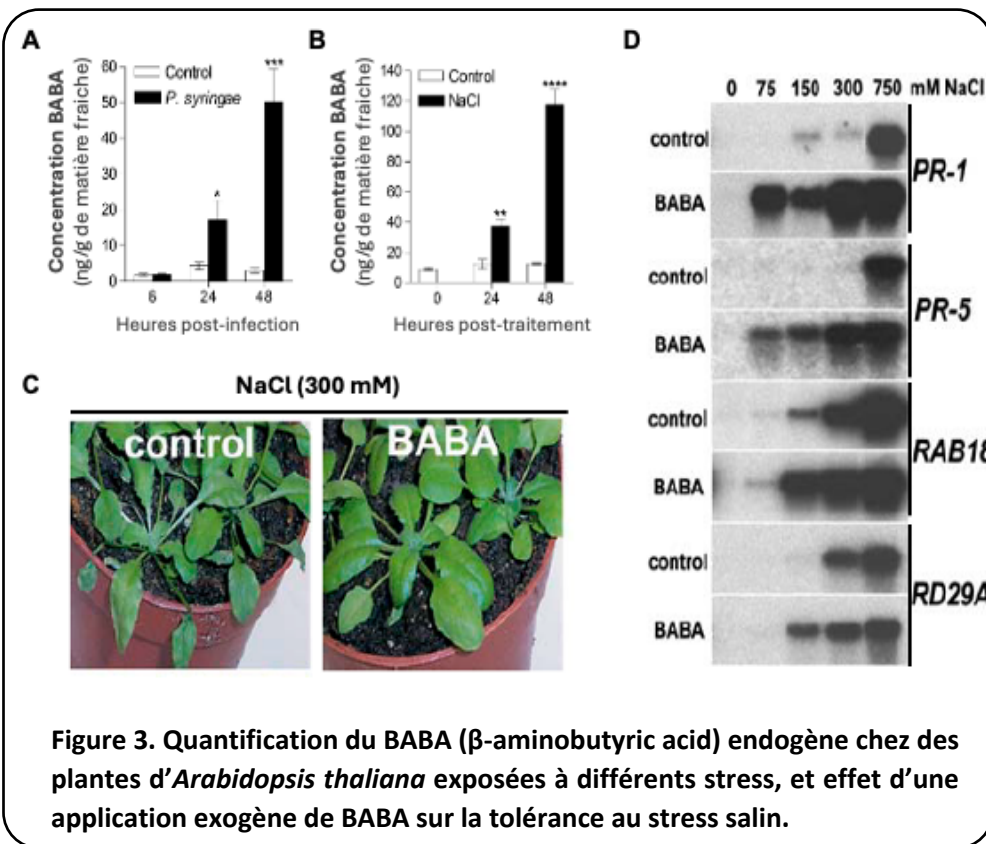
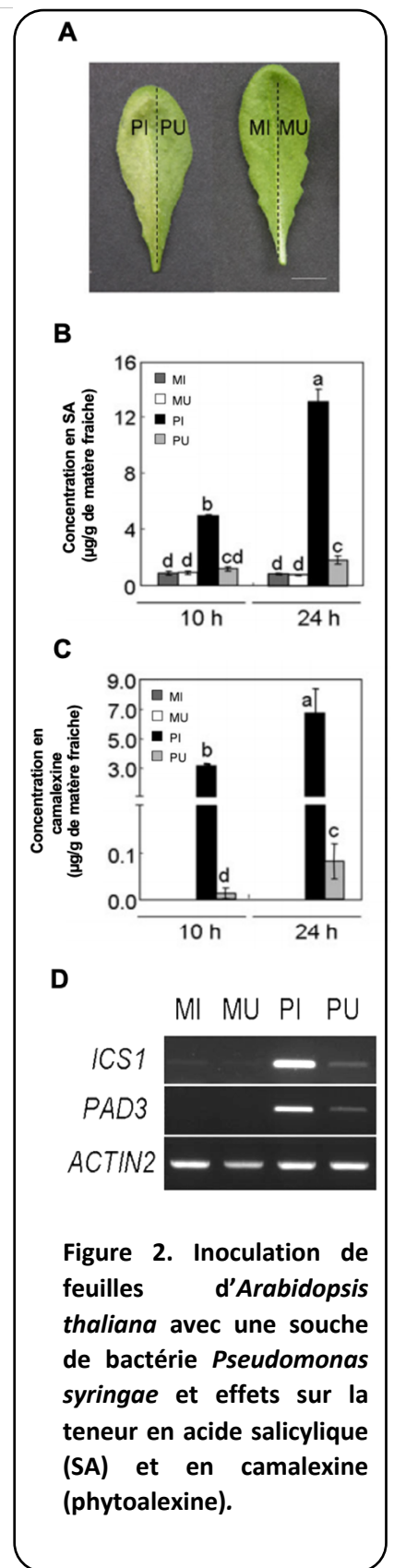
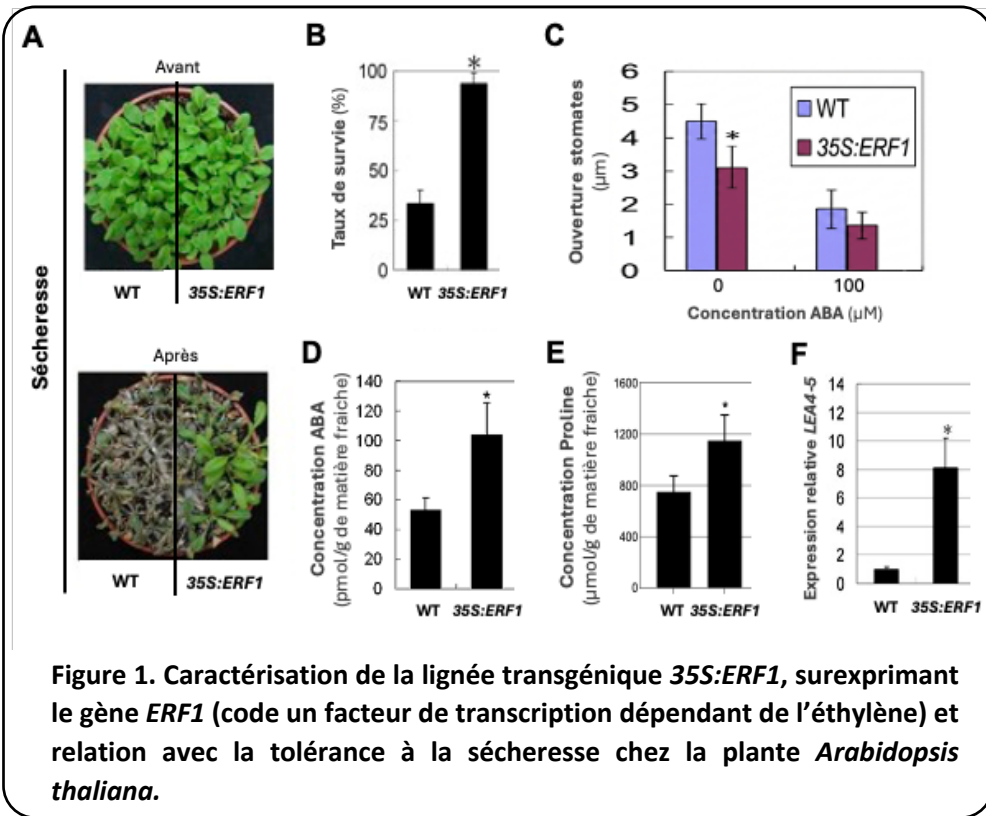
**(A-B)** Concentration en BABA endogène mesurée chez des plantes infectées par la bactérie *Pseudomonas syringae* (**A**) ou traitées avec 300 mM de NaCl (**B**). Les conditions contrôle correspondent à des plantes non infectées ou non traitées avec du NaCl. Les valeurs représentent la moyenne  $\pm$  l'écart type. La présence d'astérisques indique une différence significative (\* $p < 0,05$  ; \*\* $p < 0,01$  ; \*\*\* $p < 0,001$ ).

**(C)** Symptômes observés suite au stress salin pour des plantes traitées ou non au BABA. Les photos ont été prises 3 jours après l'application du stress salin (300 mM NaCl).

**(D)** Effet du stress salin et du prétraitement au BABA sur l'accumulation des transcrits pour les gènes *PR1* et *PR5* (connus comme induits par la voie SA) et les gènes *RD29A* et *RAB18* (connus comme induits par la voie de l'ABA). L'abondance des transcrits a été quantifiée sur des feuilles récoltées trois jours après application du stress salin.

En (**C**) et (**D**), le prétraitement a été réalisé avec 300  $\mu$ M de BABA et deux jours avant que les plantes ne soient placées en situation de stress salin. Les plantes contrôles ont été traitées avec de l'eau à la place du BABA.

Figure adaptée d'après Thevenet et al., 2017, *New Phytologist* 213: 552-559 et Jakab et al. 2005, *Plant Physiology* 139: 267-274.





**S6 – EC Stress et symbioses**  
**Mai 2026**  
**1<sup>ère</sup> Session**

**Les documents, la calculatrice et tout objet connecté sont interdits. Toutes les questions sont obligatoires.**

**Exercice 1** : (10 points)

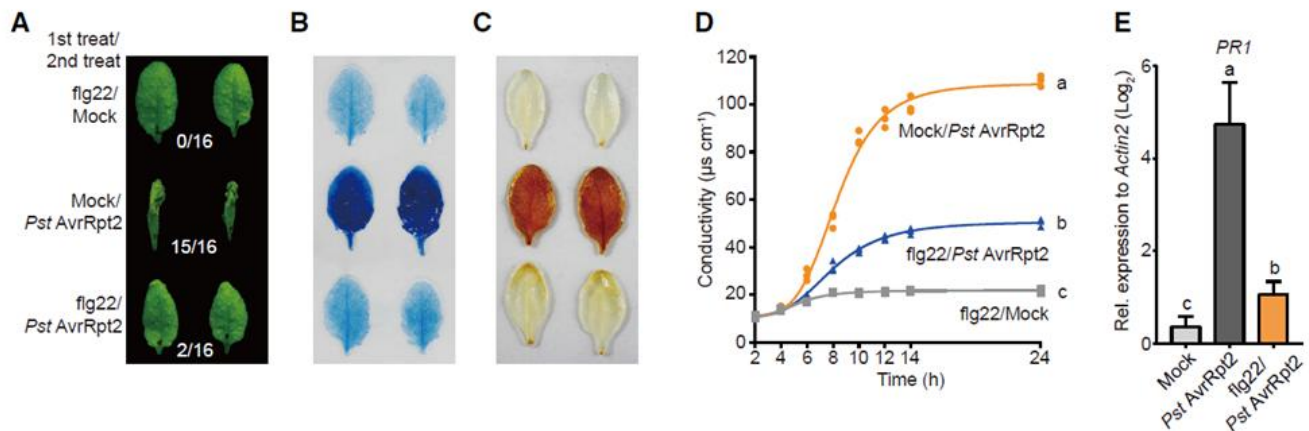
- 1) Définir les différentes étapes d'invasion du pathogène dans la plante (2 pts)
- 2) Quelle est la différence entre un champignon biotrophe et nécrotrophe ? (2 pts)
- 3) Dans le cadre d'une réaction incompatible plante-pathogène, quel est le mécanisme moléculaire primaire de défense induit par la plante en réponse aux pathogènes ? En réponse à ce mécanisme, que met en place le pathogène ? Que met alors en place la plante pour lutter contre le pathogène ? (3 pts) schémas recommandés
- 4) Quelle est l'hormone qui déclenche la SAR. Vous expliquerez le mécanisme moléculaire d'une SAR. (3 pts) schémas souhaités

**Exercice 2** : symbiose Rhizobiacées / Fabacées (6 points)

- 1) Définir le terme de nodulation (1 pt)
- 2) Sous forme de schémas, expliquez les 4 phases de la formation du nodule ou nodosité dans le cadre de la symbiose entre rhizobiacées et fabacées. (4 pts)
- 3) Quel est l'organe de la plante qui contribue à cette nodulation ? (1 pt)

**Exercice 3 :** (4 pts)

- 1) Des chercheurs ont étudié le rôle d'une DAMP/PAMP, la flagelline 22 (flg22) sur la réponse immunitaire de plantes d'*Arabidopsis* en réponse au pathogène *Pseudomonas syringae*. Quelques résultats vous sont présentés ci-dessous. Des plantes d'*Arabidopsis* ont été inoculées avec de la flagelline (flg22) sur une durée de 24h puis infiltrées avec une souche du pathogène *Pseudomonas syringae* PstAvrRpt2 (**Figure 1**). Ils ont ensuite observé la réponse des plantes préalablement traitées avec flg22 en observant le déclenchement d'une HR au niveau des feuilles après 24h de traitement (Fig.1A), en mesurant la mort cellulaire (Fig. 1B), la production de ROS (Fig.1C), la fuite des ions intracellulaires (Fig.1D), l'expression du gène *PR1* (Fig.1E). Mock : contrôle/ H<sub>2</sub>O



**Figure 1. Flg22 priming suppresses AvrRpt2-induced cell death and growth suppression.**

(A–C) *Pst AvrRpt2* induced HR (A), cell death (B), and ROS accumulation (C) with and without flg22 pretreatment. Four-week-old *Arabidopsis* were infiltrated with H<sub>2</sub>O (mock) or 100 nM flg22. *Pst AvrRpt2* (OD<sub>600</sub> = 0.05) was infiltrated into pretreated leaves, and HR phenotypes were detected at 24 hpi. The numbers indicate HR leaves/total infiltrated leaves. Cell death was detected using trypan blue staining. ROS accumulation was detected using DAB staining. The experiment was performed three times with similar results.

(D) Ion conductivity was measured at the indicated time points. Time refers to the amount of time that passed immediately after *Pst AvrRpt2* infiltration (OD<sub>600</sub> = 0.05). Bars represent means and standard errors. Different letters represent significant differences,  $p < 0.01$  (two-tailed Student's *t*-test).

(E) *PR1* expression after *Pst AvrRpt2* infection. Four-week-old *Arabidopsis* were infiltrated with H<sub>2</sub>O (mock) or 100 nM flg22. *Pst AvrRpt2* (OD<sub>600</sub> = 0.05) was infiltrated into pretreated leaves. Expression of *PR1* was detected using qRT-PCR at 6 h after *Pst AvrRpt2* treatment. Bars represent means and standard errors of the log<sub>2</sub> expression levels relative to *ACTIN2* calculated from three independent experiments each with three biological replicates. Statistical significance was assessed using a one-way ANOVA with Tukey's test.

**Analysez la figure 1 et en déduire le rôle d'un prétraitement de flg22, après avoir défini ce qu'est la flagelline 22, chez la plante. Quelle est la fonction de la protéine PR1 ?**

# L3 SVTU. Examen terminal « Géomorphologie et hydrogéologie ». Session 1, mai 2026.

## Partie hydrogéologie, 7 pts/20.

Partie à rédiger sur une copie séparée. La planche ci-joint est à glisser dans la copie.

La calculatrice est autorisée.

Temps conseillé : 40 minutes.

### 1. Questions de cours (4,5 pts)

*Illustrez vos réponses par un schéma si vous jugez que cela est utile.*

1- Donnez la définition d'un aquifère (0,5 pt).

2- Expliquez comment une porosité peut exister originellement ou se former dans les roches mères suivantes : granite, calcaire dur, alluvions sableuses, craie. Donnez les noms des types de porosité correspondantes (1,5 pts).

3- Une roche poreuse est-elle nécessairement perméable ? Justifier et donner un exemple. (0,5 pt)

4- Donner une valeur de porosité caractéristique pour des alluvions grossières (0,5 pt).

5- Montrer à l'aide d'un schéma la différence entre une nappe libre et une nappe captive (1 pt).

6- Qu'est-ce qu'un piézomètre ? (0,5 pt)

7- Dans la plaine limoneuse et céréalière, malgré une pluviométrie annuelle de 800 mm, la nappe ne s'est rechargée que de 200 mm. Donner le nom des deux processus naturels qui s'opposent à l'alimentation de la nappe par les eaux pluviales (0,5 pt).

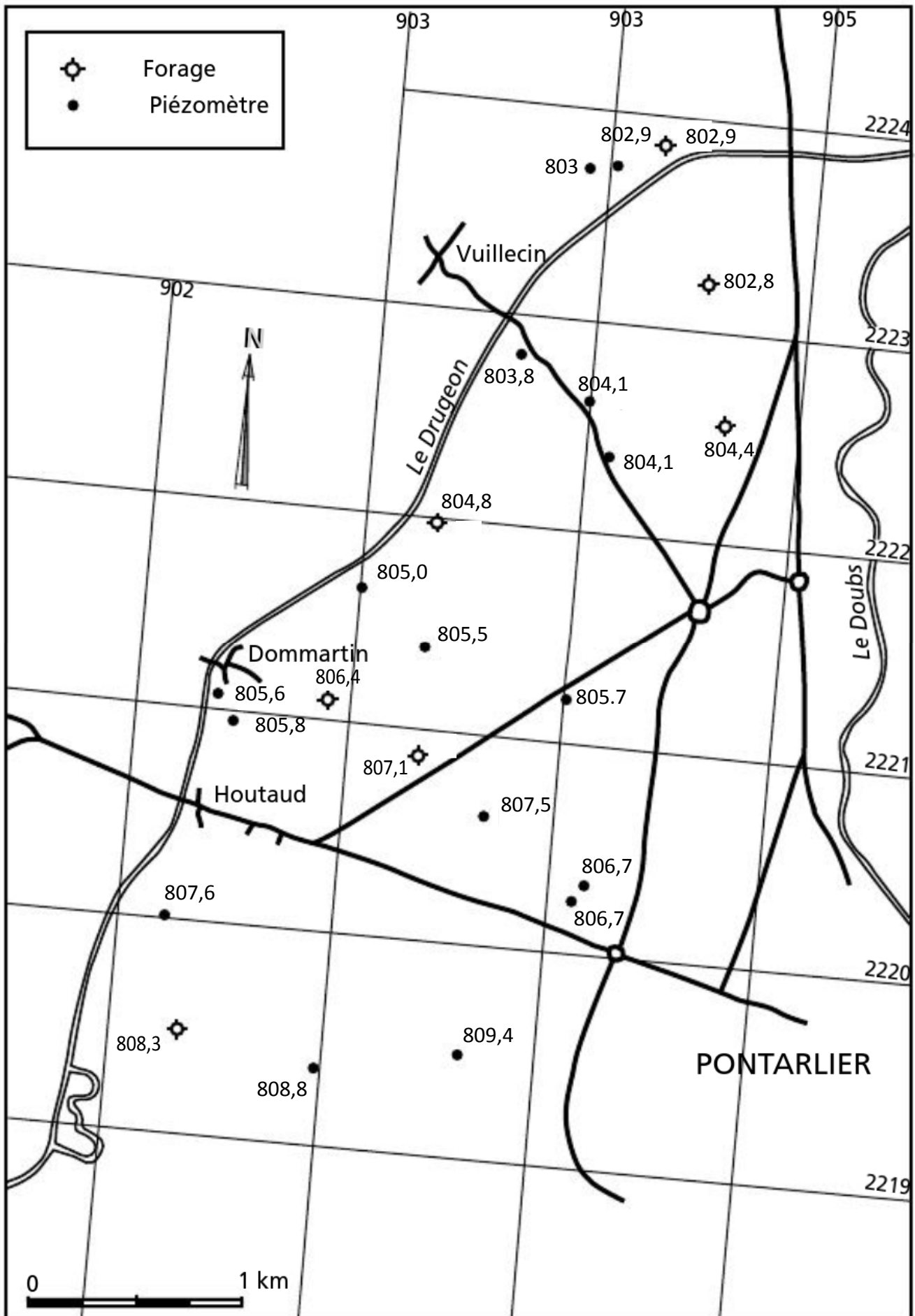
8- Donner un exemple de méthode expérimentale permettant de mesurer la vitesse d'écoulement d'une nappe phréatique (0,5 pt).

### 2. Problème : piézométrie de la nappe alluviale de la plaine de Pontarlier (2,5 pts)

1- Sur la carte ci-jointe, tracer les isopièzes correspondant aux altitudes 803, 804, 805, 806, 807, 808 et 809. (1 pts)

2- Au sud de la plaine, la nappe converge-t-elle ou diverge-t-elle ? (justifier en dessinant des trajets d'écoulements de l'eau) ? Quel serait l'emplacement idéal pour implanter un forage ? (1 pts)

3- Déterminer le gradient hydraulique ( $\Delta h/\Delta L$ ) entre les isopièzes 804 et 805 (0,5 pts).



### Schéma d'implantation des forages dans la zone de Pontarlier

Les cotes, relevées au cours d'une campagne de basses eaux, sont exprimées en m NGF