

Nom :

Prénom :

salle n° :

# AGRÉGATION DE SCIENCES DE LA VIE - SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2010

## TRAVAUX PRATIQUES DE SPECIALITÉ DU SECTEUR B

Durée totale : 6 heures

### ***Métabolisme, vie ralentie et bilan énergétique des organismes***

Cette épreuve comprend 6 parties indépendantes.

<b>Partie I - La mesure des échanges respiratoires : un outil d'exploration fonctionnelle du métabolisme animal</b>	page 2
<i>durée conseillée : 1h30 - barème : 30 /120</i>	
<b>Partie II - La circulation des gaz respiratoires dans l'organisme animal</b>	page 11
<i>durée conseillée : 1h - barème : 25 /120</i>	
<b>Partie III - L'hibernation : une stratégie énergétique</b>	page 13
<i>durée conseillée : 1h – barème : 15 /120</i>	
<b>Partie IV - Le tissu adipeux brun : un effecteur du métabolisme énergétique</b>	page 26
<i>durée conseillée : 1h – barème : 15 /120</i>	
<b>Partie V - Nitrates et dormance chez <i>Arabidopsis thaliana</i></b>	page 38
<i>durée conseillée : 1h – barème : 20 /120</i>	
<b>Partie VI - Reconnaissances raisonnées</b>	page 49
<i>durée conseillée : 30 mn – barème : 15 /120</i>	

Les réponses aux questions figureront dans les cadres réservés à cet effet.

**AVANT DE RENDRE VOTRE DOSSIER, VÉRIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN INDIQUÉ VOS NOM, PRÉNOM ET NUMÉRO DE SALLE EN TÊTE DE TOUS LES DOCUMENTS. VOUS DEVEZ RENDRE LA TOTALITÉ DES FEUILLES DU DOSSIER.**

Nom :

Prénom :

salle n° :

## Partie I - La mesure des échanges respiratoires : un outil d'exploration

### fonctionnelle du métabolisme animal

*durée conseillée : 1h30 - barème : 30 /120*

L'objectif de cette partie est d'élaborer un protocole de mesure des échanges respiratoires chez un animal à respiration aérienne. Ce protocole sera ensuite mis en œuvre afin de déterminer le coefficient  $Q_{10}$  et le quotient respiratoire chez deux espèces animales.

Dans cette partie, vous utiliserez également le quotient respiratoire afin de déterminer les substrats énergétiques utilisés par les animaux.

#### Matériel à disposition du candidat

- Un système d'ExAO comprenant une électrode à dioxygène (mesures exprimées en pourcentage), une électrode à dioxyde de carbone (mesures exprimées en ppm) et le système informatisé d'acquisition de données (fréquence d'acquisition réglable de 1 par seconde à 1 par minute) ;
- Une balance ;
- Des enceintes de 500 mL pouvant être closes hermétiquement et contenir les animaux et recevoir les sondes et électrodes ;
- Une souris et des asticots ainsi qu'une enceinte maintenus à 30°C ;
- Une souris et des asticots ainsi qu'une enceinte maintenus à température ambiante (20°C) ;
- Une souris et des asticots ainsi qu'une enceinte maintenus à 10°C ;
- Un tableau périodique des éléments.

#### **I.A. La méthode de calorimétrie indirecte en circuit fermé. Conception d'un protocole et limites de la méthode**

**I.A.1. Rédigez un protocole vous permettant de déterminer l'intensité métabolique, le quotient respiratoire et le coefficient  $Q_{10}$  des animaux qui vous sont fournis.** Vous donnerez précisément la succession des différentes étapes constitutives de votre protocole. Celui-ci doit pouvoir être mis en œuvre immédiatement et durer un maximum de 40 minutes pour réaliser l'ensemble des mesures en un seul passage au poste de mesure.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

*Réponse à la question I.A.1*

**I.A.2. Indiquez les éventuelles précautions à prendre et quels peuvent être les pré-requis pour pouvoir réaliser votre protocole.**

*Réponse à la question I.A.2*

Nom :

Prénom :

salle n° :

I.A.3. Expliquez les limites techniques et d'application de la méthode utilisée en comparaison des méthodes (i) de calorimétrie indirecte en circuit ouvert et (ii) de l'eau doublement marquée.

Réponse à la question I.A.3

I.B. Mesure des échanges respiratoires – exploitation des résultats.

I.B.1. Mise en œuvre de votre protocole

Mettre en œuvre votre protocole afin de déterminer les intensités métaboliques, le ou les coefficients  $Q_{10}$  et les quotients respiratoires des animaux qui vous sont proposés. **Assurez-vous de la présence d'un examinateur lors de la mise en œuvre de votre protocole.**

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**Rappel : votre présence au poste de mesure ne peut pas excéder 40 minutes.**

**I.B.2. Reportez sous forme de tableau les valeurs de consommation d'oxygène et de dépense énergétique en unité internationale mesurées sur les animaux fournis. Reportez également les valeurs de dépense énergétique spécifique. Justifiez les unités employées. Commentez.**

*Réponse à la question I.B.2*

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**I.B.3. Définissez ce qu'est le coefficient  $Q_{10}$  (signification, unités, valeurs significantes).**

Rappel de la loi de Van t'Hoff :  $Q_{10} = (\text{intensité métabolique à } T_1 / \text{intensité métabolique à } T_2)^{(10 / (T_1 - T_2))}$

*Réponse à la question I.B.3*

**I.B.4. Reportez sous forme de tableau la ou les valeurs de  $Q_{10}$  calculée(s) à partir des mesures effectuées sur les animaux fournis. Commentez.**

*Réponse à la question I.B.4*

Nom :

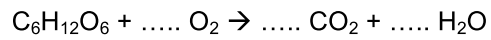
Prénom :

salle n° :

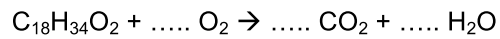
I.B.5. Equilibrez les réactions proposées en renseignant les zones en pointillés. Définissez ce qu'est le quotient respiratoire (signification, formule, unités). Calculez sa valeur pour les trois réactions proposées. Commentez les valeurs obtenues.

Réponse à la question I.B.5.

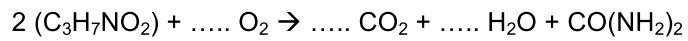
Réaction 1 :



Réaction 2 :



Réaction 3 :



**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**I.B.6. Reportez sous forme de tableau les valeurs de quotient respiratoire calculées à partir des mesures effectuées sur les animaux fournis. Commentez.**

*Réponse à la question I.B.6*

**I.C. Le quotient respiratoire : utilisation pour la détermination des substrats énergétiques oxydés.**

**\* Calcul de la nature des substrats énergétiques oxydés chez un animal à jeun.**

Un lapin est isolé sans nourriture ni boisson dans un récipient ventilé (l'air affluent est sec et débarrassé du CO<sub>2</sub>) dont le gaz effluent traverse successivement 2 colonnes, la première (colonne 1) contient de la drierite (piège à eau), la deuxième (colonne 2) contient de l'ascarite (NaOH piégeant le CO<sub>2</sub>). En 6 heures la masse de la colonne 2 augmente de 8 g tandis que la masse de la colonne 1 augmente de 10 g, ce qui représente également la perte de masse du récipient contenant l'animal.

**I.C.1. Calculez les valeurs (exprimées par 24 heures) de l'amaigrissement, des pertes en eau par évaporation, de la production de CO<sub>2</sub>, de la consommation d'O<sub>2</sub> et du quotient respiratoire du lapin. Commentez vos résultats et concluez sur la nature des substrats énergétiques oxydés par le lapin.**



**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

*Réponse à la question I.C.1*

**\* Calcul de la nature des substrats énergétiques oxydés chez un animal nourri.**

Un rat a une dépense énergétique de 120 kJ par 24 heures et une excrétion d'urée de 0,425 g par 24 heures. Son quotient respiratoire moyen sur 24 heures est égal à 0,879.

**I.C.2. Calculez les participations relatives des glucides, lipides et protéines à la couverture de la dépense énergétique. Vous calculerez également quelles sont les masses de glucides, lipides et protéines oxydés par le rat en 24 heures.**

Rappels : l'oxydation d'un gramme de protéine conduit à la formation de 0,34 g d'urée. Les densités énergétiques des glucides, lipides et protéines sont respectivement de 18 kJ.g<sup>-1</sup>, 39 kJ. g<sup>-1</sup> et 18 kJ. g<sup>-1</sup>. Pour cet exercice vous considérerez le quotient respiratoire des glucides égal à 1, celui des lipides égal à 0,7 et celui des protéines égal à 0,81.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

*Réponse à la question I.C.2*

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

## **Partie II - La circulation des gaz respiratoires dans l'organisme animal**

*durée conseillée : 1h - barème : 25 /120*

Les échanges gazeux ont lieu dans les poumons chez les mammifères. Ces gaz sont transportés grâce à la circulation du sang, lui-même mis en mouvement grâce à l'action des pompes cardiaques.

L'objectif de cette partie est de réaliser une dissection de la souris permettant la mise en évidence des principaux vaisseaux partant du cœur permettant ainsi le transport des gaz respiratoires.

### Matériel à disposition du candidat

- Une souris morte (attention, ce même animal sera utilisé pour une autre dissection dans la partie IV.A.1.).

#### **II.A. Dissection**

**Sur la souris mise à votre disposition, réalisez une dissection présentant le cœur et les poumons, ainsi que les principaux vaisseaux artériels de la région thoracique et du cou.**

**Réalisez un dessin annoté de votre dissection dans le cadre ci-après. Appelez un examinateur à l'issue de la réalisation de votre dessin.** Celui-ci jugera de la qualité de votre dissection et de la correspondance entre votre dissection et le dessin que vous en aurez réalisé.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

*Réponse à la question II.A.*

### Partie III - L'hibernation : une stratégie énergétique

durée conseillée : 1h – barème : 15 /120

D'après Heldmaier G. *et al.*, 2004, *Resp. Physiol. Neurobiol.* 141 : 317-329. Geiser F., 2004, *Ann. Rev. Physiol.* 66 : 239-271. Wang L.C.H., 1978, in *Strategies in the cold*, Academic Press, 109-145. Phillips P.K. et Health J.E., 2004, *Comp. Biochem. Physiol. A* 138 : 451-457.

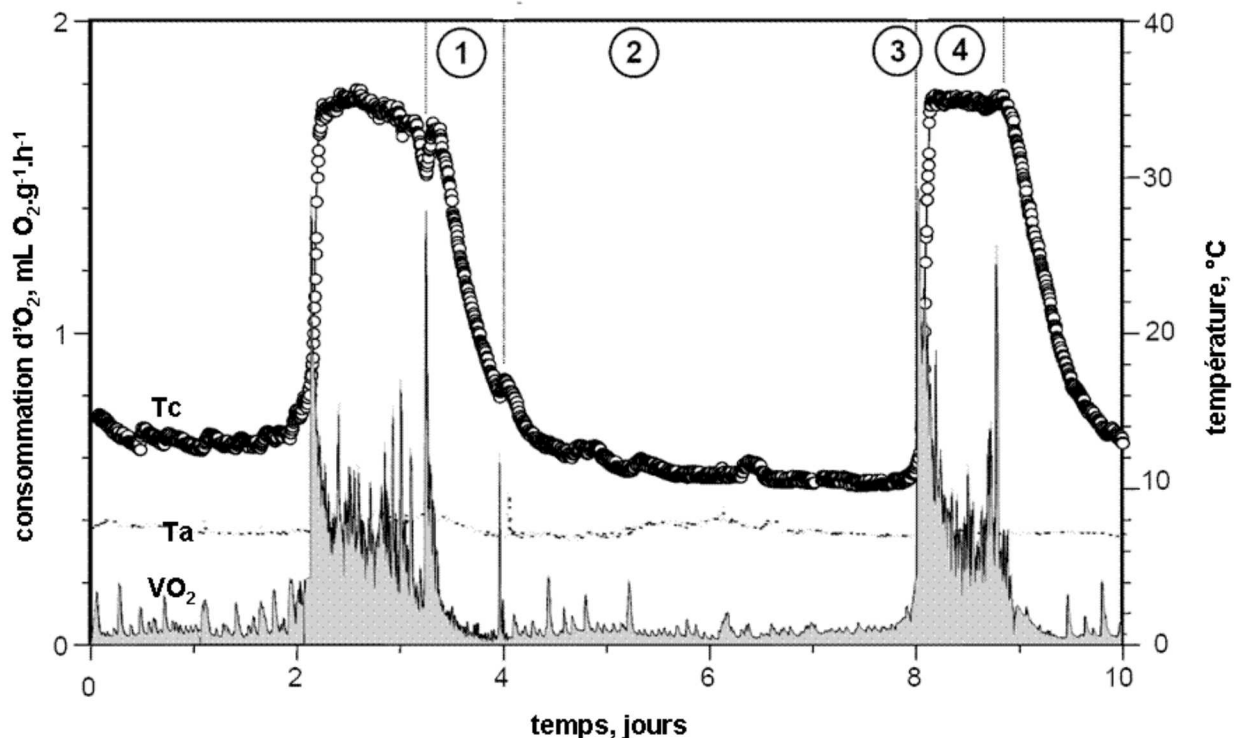
Parmi les stratégies mises en place par les animaux pour assurer la couverture de leurs besoins énergétiques, l'hibernation est une des plus efficaces pour faire face à la baisse des ressources alimentaires pendant la mauvaise saison.

L'objectif de cette partie est d'étudier l'efficacité de réduction de la dépense énergétique au cours de l'hibernation. Un intérêt particulier sera porté à l'influence de la taille des hibernants sur l'efficacité de la réduction des dépenses énergétiques lors de l'hibernation ainsi qu'aux variations de température corporelle associées à l'hibernation.

#### Matériel à disposition du candidat

- Une feuille de papier avec quadrillage en double échelle logarithmique.

#### III.A. Variations de la température corporelle au cours de l'hibernation.



**Figure 3A** : Enregistrements simultanés au cours du temps (les jours correspondent à la durée d'enregistrement des données et non à la durée depuis le début de la période d'hibernation) de la température corporelle profonde (Tc en °C), de la température ambiante (Ta en °C) et de la consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub> en mL O<sub>2</sub>.g<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) chez une marmotte alpine (M. marmota) en hibernation.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

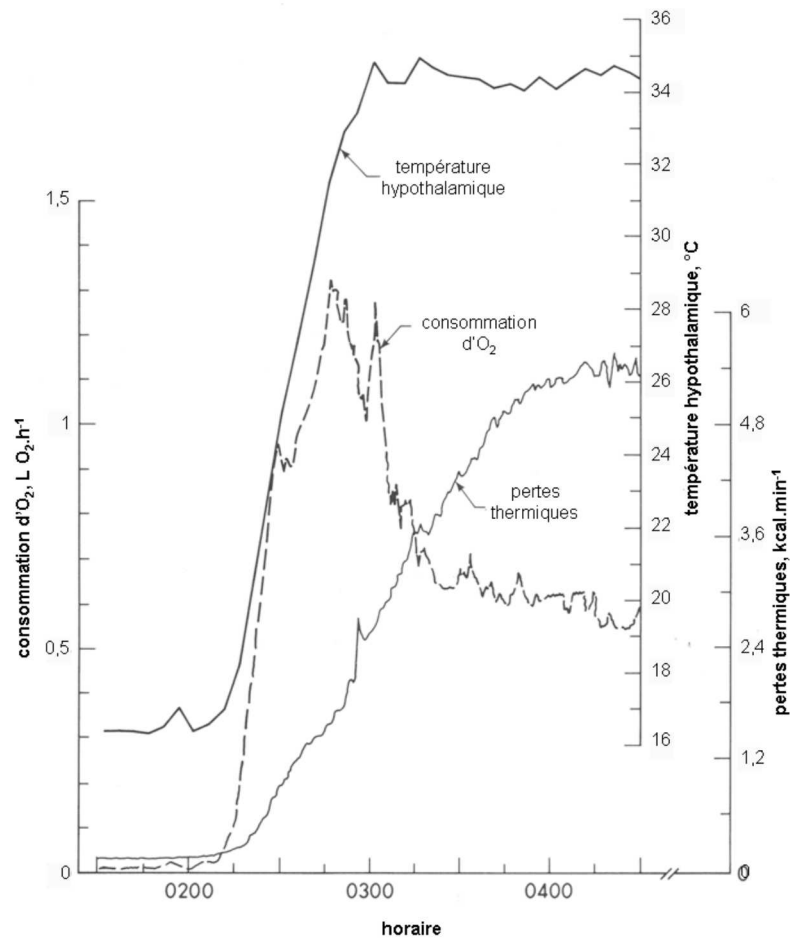
**III.A.1. Commentez la figure 3A. A quoi correspondent les phases notées 1, 2, 3 et 4 sur cette figure ?**

*Réponse à la question III.A.1*

Nom :

Prénom :

salle n° :



**Figure 3B** : Enregistrements simultanés au cours du temps de la température hypothalamique (en  $^{\circ}\text{C}$ , mesurée par une sonde thermique implantée dans l'hypothalamus), de la consommation d'O<sub>2</sub> ( $\text{VO}_2$  en  $\text{L O}_2 \cdot \text{h}^{-1}$ ) et des pertes thermiques ( $\text{kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ ) lors de la séquence temporelle correspondant à la phase 3 de la figure 3A chez un spermophile de Richardson (*S. richardsonii*) en hibernation. Durant l'enregistrement, l'animal reste dans son hibernaculum dont la température demeure constante.

**III.A.2. Commentez la figure 3B. Expliquez en quoi les évolutions des trois paramètres mesurés sont ou non interdépendantes au cours du temps.**

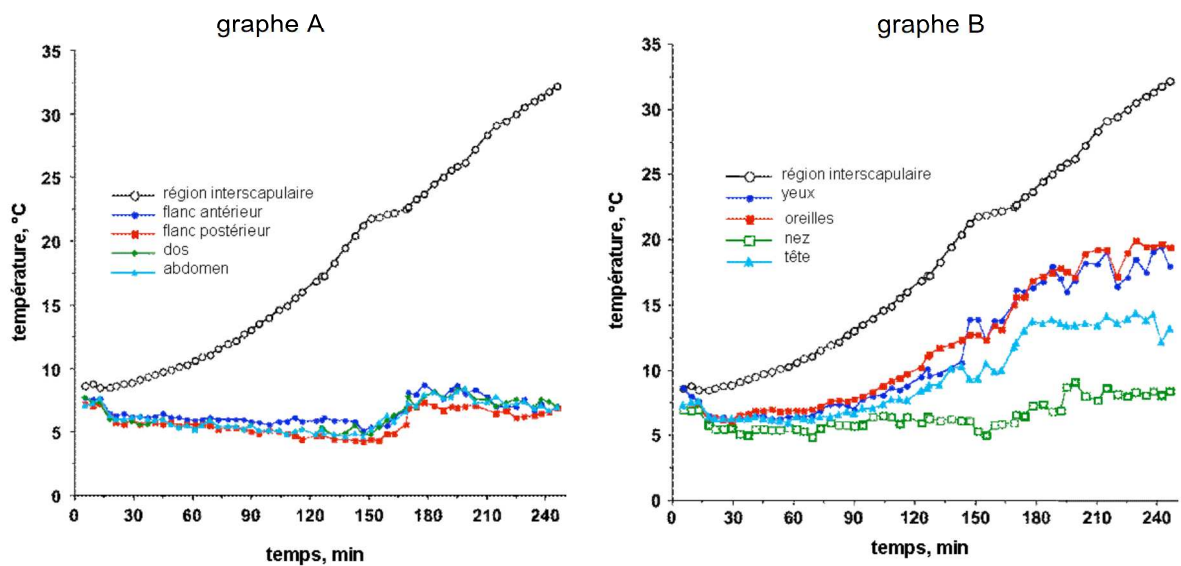
Réponse à la question III.A.2

Nom :

Prénom :

salle n° :

Suite de la réponse à la question III.A.2



**Figure 3C** : Mesures simultanées au cours du temps de températures de surface (par thermographie infrarouge) de différentes régions du corps lors de la séquence temporelle correspondant à la phase 3 de la figure 3A chez une marmotte à ventre jaune (*M. flaviventris*) en hibernation. Durant l'enregistrement, l'animal reste dans son hibernaculum dont la température demeure constante. La phase 3 débute au temps 0.



**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**III.A.3. Commentez la figure 3C. Expliquez à partir de cette figure 3C mais également de la figure 3B quels peuvent être les flux thermiques au sein d'un animal hibernant lors de la phase 3 d'un cycle d'hibernation (phase 3 telle qu'illustrée sur la figure 3A).**

*Réponse à la question III.A.3*

<b>Nom :</b>	<b>Prénom :</b>	<b>salle n° :</b>
--------------	-----------------	-------------------

**III.B. Hibernation, masse corporelle et épargne énergétique.**

	<i>M. marmota</i>	<i>S. richardsonii</i>
Masse, g	3100	400
Durée de l'hibernation, jours	193	191
Dépense énergétique pendant l'hibernation, MJ	23	5,636
Durée totale d'un cycle (phases 1+2+3+4), heures	281	244
Durée des phases 1+2, % d'un cycle	82,2	89,6
Dépense énergétique durant les phases 1+2 d'un cycle, kJ	226	49,8
Durée phase 3, % d'un cycle	1,3	0,9
Dépense énergétique durant la phase 3 d'un cycle, kJ	237,2	57
Durée de la phase 4, % d'un cycle	15,5	9,5
Dépense énergétique durant la phase 4 d'un cycle, kJ	932,1	193,2
Dépense énergétique à jeun hors hibernation, $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$	163,2	447,8

**Tableau 3D** : Mesures obtenues chez un spermophile de Richardson (*S. richardsonii*) et chez une marmotte alpine (*M. marmota*) en hibernation et lors d'un jeûne hivernal hors hibernation. Les phases 1, 2, 3 et 4 au cours de l'hibernation font références à ces mêmes phases telles que définies sur la figure 3A. La succession de ces 4 phases constitue un cycle d'hibernation. Dans cet exercice, les masses corporelles des animaux sont considérées comme stables tout au long de l'hibernation et au cours du jeûne. Les valeurs présentées sont des valeurs moyennes, les écarts-types ont été omis volontairement dans un souci de lisibilité des données.

**III.B.1. Calculez pour chacun des deux animaux (tableau 3D), la dépense énergétique spécifique par unité de temps au cours de l'hibernation et au cours des phases 1+2, de la phase 3 et de la phase 4 d'un cycle d'hibernation. Présentez vos résultats sous forme d'un tableau.**

Réponse à la question III.B.1

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

*Suite de la réponse à la question III.B.1*

**III.B.2. Calculez pour chacun des deux animaux les dépenses énergétiques au cours des phases 1+2, de la phase 3 et de la phase 4 d'un cycle d'hibernation, exprimées en pourcentage de la dépense totale lors de ce cycle d'hibernation. Comparez ces résultats aux pourcentages du temps du cycle d'hibernation que représente chacune de ces phases. Commentez.**

Présentez vos résultats sous forme d'un tableau. Dans cette question, vous ne comparerez pas entre eux les résultats obtenus chez la marmotte et chez le spermophile.

*Réponse à la question III.B.2*

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

*Suite de la réponse à la question III.B.2*

**III.B.3. Calculez pour chacun des deux animaux les rapports, d'une part, entre les dépenses énergétiques spécifiques par unité de temps des différentes phases d'un cycle d'hibernation, et, d'autre part, entre ces dépenses énergétiques et celles lors d'un jeûne hors hibernation. Commentez vos résultats.**

Dans cette question, vous ne comparerez pas entre eux les résultats obtenus chez la marmotte et chez le spermophile.

*Réponse à la question III.B.3*

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**III.B.4. Calculez pour chacun des deux animaux les économies d'énergie réalisées grâce à l'hibernation, exprimées en valeur absolue et en valeur relative par rapport à un animal à jeun n'hibernant pas. Commentez vos résultats. Présentez vos résultats sous forme d'un tableau.**

*Réponse à la question III.B.4*

<b>Nom :</b>	<b>Prénom :</b>	<b>salle n° :</b>
--------------	-----------------	-------------------

**III.B.5. Relations entre la masse corporelle et la dépense énergétique.**

	masse corporelle, g	métabolisme de base, mL O <sub>2</sub> .g <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup>	métabolisme minimal en hibernation, mL O <sub>2</sub> .g <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup>
Monotrème			
<i>Tachyglossus. aculeatus</i>	2800	0,15	0,03
Marsupiaux			
<i>Acrobates pygmaeus</i>	14	1,08	0,065
<i>Cercartetus lepidus</i>	12,6	1,49	0,047
<i>Cercartetus concinnus</i>	18,6	1,2	0,034
<i>Cercartetus nanus</i>	36	0,66	0,019
<i>Burramys parvus</i>	50	0,83	0,038
Rongeurs			
<i>Zapus hudsonicus</i>	25	1,5	0,04
<i>Zapus princeps</i>	30	1,61	0,036
<i>Muscardinus avellanarius</i>	23,5	1,75	0,04
<i>Eliomys quercinus</i>	70	1,22	0,034
<i>Glis glis</i>	140	0,97	0,022
<i>Mesocricetus auratus</i>	90	1,19	0,07
<i>Cricetus cricetus</i>	330	0,88	0,032
<i>Tamias amoenus</i>	60	1,69	0,042
<i>Tamias striatus</i>	87	1,03	0,06
<i>Spermophilus tereticaudus</i>	125	0,72	0,048
<i>Spermophilus lateralis</i>	200	1,159	0,045
<i>Spermophilus mexicanus</i>	200	0,85	0,06
<i>Spermophilus citellus</i>	240	0,79	0,018
<i>Spermophilus saturatus</i>	246	0,47	0,038
<i>Spermophilus richardsonii</i>	400	0,535	0,02
<i>Spermophilus parryii</i>	1000	0,51	0,012

<b>Nom :</b>	<b>Prénom :</b>	<b>salle n° :</b>
--------------	-----------------	-------------------

<i>Marmota flaviventris</i>	2500	0,25	0,022
<i>Marmota marmota</i>	3100	0,19	0,014
<i>Marmota monax</i>	4000	0,27	0,032
Macroscelidés			
<i>Elephantulus rozeti</i>	45	1,06	0,025
<i>Elephantulus myurus</i>	63	1,05	0,079
Insectivores			
<i>Setifer setosus</i>	270	0,34	0,07
<i>Tenrec ecaudatus</i>	1220	0,27	0,025
<i>Tenrec ecaudatus</i>	360	0,31	0,02
<i>Erinaceus europaeus</i>	700	0,433	0,016
Chiroptères			
<i>Myotis lucifugus</i>	6	1,53	0,06
<i>Barbastella barbastellus</i>	7	2,08	0,04
<i>Pipistrellusa pipistrellus</i>	7,4	2,05	0,024
<i>Nyctophilus geoffroyi</i>	7	1,36	0,037
<i>Nyctophilus gouldi</i>	10	1,22	0,052
<i>Nyctalus noctula</i>	23,8	1,47	0,03
<i>Myotis myotis</i>	25	1,45	0,04
Strigiforme			
<i>Phalaenoptilus nuttallii</i>	35	0,788	0,05

**Tableau 3E** : Masses corporelles, métabolisme spécifique de base et métabolisme spécifique minimal en hibernation pour plusieurs espèces animales hibernantes.

**III.B.5.a. D'après les données du tableau 3E, représentez sur le même graphique la relation, d'une part, entre la masse corporelle et le métabolisme de base et, d'autre part, entre la masse corporelle et le métabolisme minimal en hibernation. Tracez à la règle une droite de corrélation (approximative) pour chacun des nuages de point.** Cette représentation graphique est à réaliser sur la feuille de papier quadrillé log-log qui vous est fourni.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**III.B.5.b. Commentez le graphique obtenu en réponse à la question III.B.5.a. Que pouvez-vous dire quant aux relations liant la masse corporelle et le niveau du métabolisme.**

*Réponse à la question III.B.5.b*



**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**III.B.5.c. L'extrapolation des deux droites que vous avez tracées conduit à un croisement des deux droites correspondant à une masse corporelle de 15 tonnes. Que pouvez-vous dire quant au métabolisme énergétique d'un animal de cette taille ?**

*Réponse à la question III.B.5.c*

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**Partie IV - Le tissu adipeux brun : un effecteur du métabolisme énergétique**

*durée conseillée : 1h – barème : 15 /120*

Le tissu adipeux brun se rencontre exclusivement chez les mammifères et en particulier chez les mammifères hibernants.

L'objectif de cette partie est donc d'étudier ce tissu, en particulier sa contribution éventuelle au maintien des homéostasies thermique et énergétique chez certains mammifères.

Matériel à disposition du candidat

- Une feuille de papier millimétré

**IV.A. Localisation anatomique et rôle du tissu adipeux brun**

**IV.A.1. Disséquez le dépôt interscapulaire de tissu adipeux brun de la souris utilisée pour la question II.A. Appelez un examinateur à l'issue de votre dissection.**

**IV.A.2. Quelle est la fonction de ce tissu ? Quelle(s) particularité(s) cytotogique(s) lui permet(tent) de remplir cette fonction ?**

*Réponse à la question IV.A.2*

Nom :

Prénom :

salle n° :

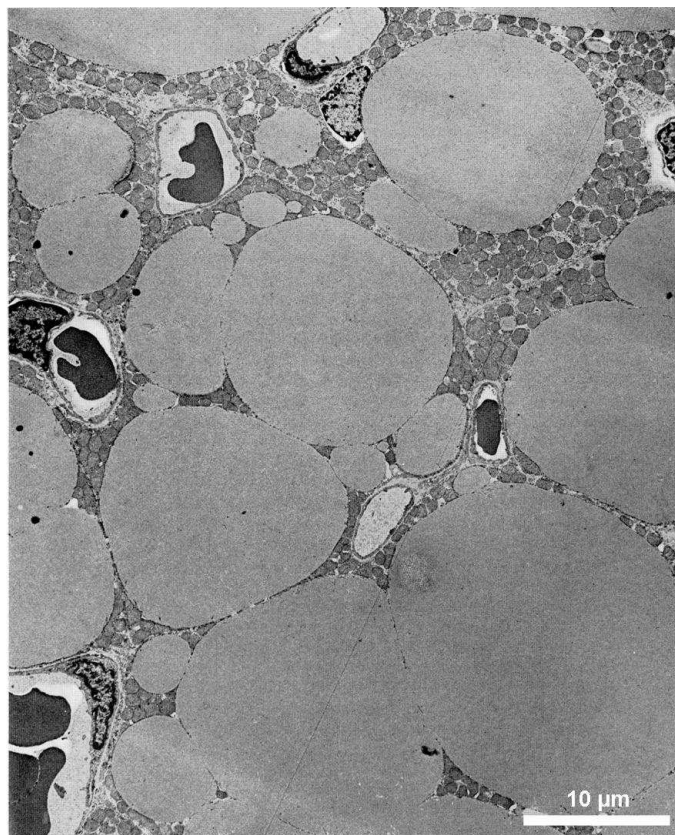
#### IV.B. Effet de la température

##### IV.B.1. Etude histologique du tissu adipeux brun

D'après Thomson J.F. *et al.*, 1963, *J. Cell Biol.* 41 : 312-334. Suter E.R., 1969, *J. Ultrastr. Res.* 26 : 216-241.

**IV.B.1.a. Par quelle technique l'image de la figure 4A a-t-elle été obtenue ? Légendez ce document aussi précisément que possible. Répondre dans le cadre contenant le document 4A.**

Réponse à la question IV.B.1.a.



**Document 4A :** Organisation histologique du tissu adipeux brun chez un rat acclimaté à une température ambiante de 22°C pendant plusieurs semaines.

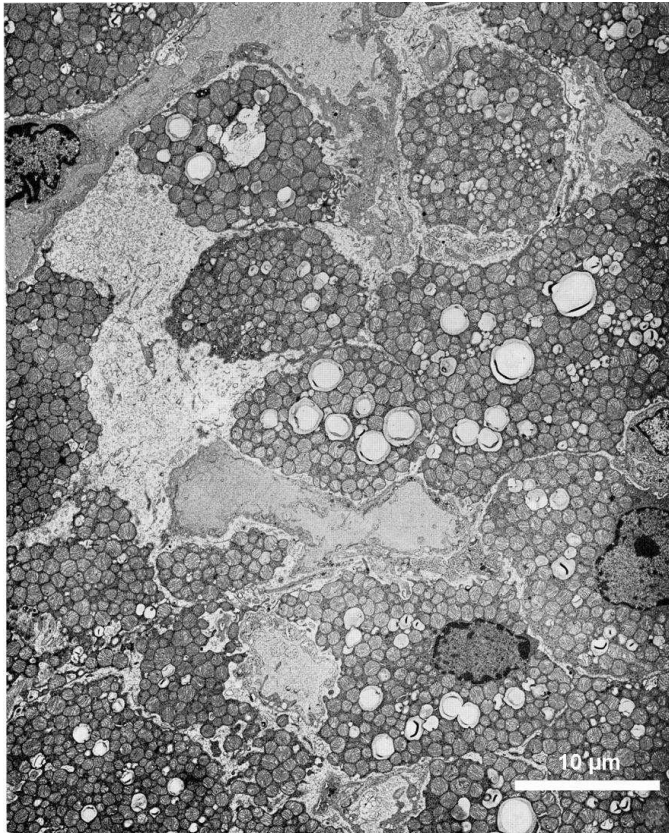
Nom :

Prénom :

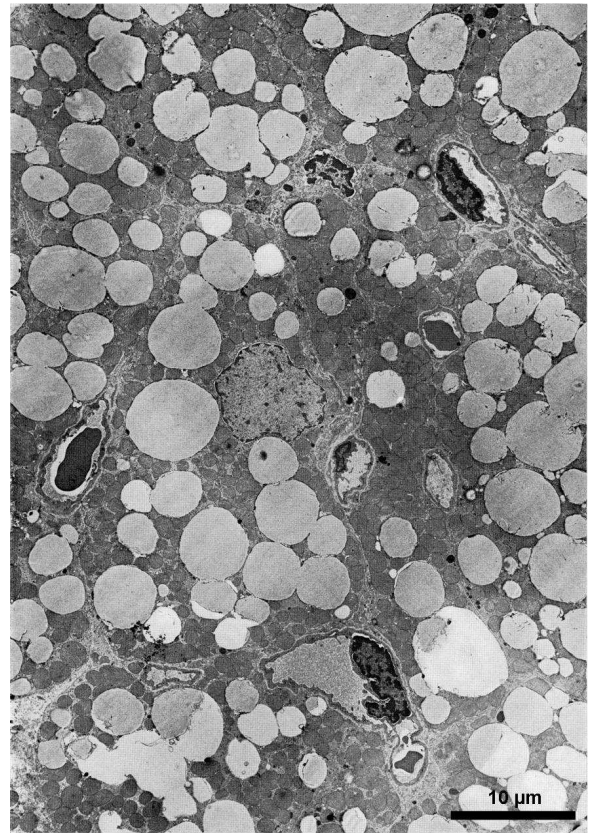
salle n° :

IV.B.1.b. Expliquez les différences observées sur les clichés 4B et 4C par rapport au document 4A et commentez. Répondre dans le cadre contenant les documents 4B et 4C.

Réponse à la question IV.B.1.b.



document 4B



document 4C

**Document 4B et 4C** : Organisation histologique du tissu adipeux brun chez un rat préalablement élevé à 22°C puis exposé à une température ambiante de 2°C pendant respectivement 24 heures (document 4B) et 9 semaines (document 4C).

<b>Nom :</b>	<b>Prénom :</b>	<b>salle n° :</b>
--------------	-----------------	-------------------

**IV.B.2. Etude de la composition biochimique du tissu adipeux brun**

Durée de l'exposition au froid	Masse du tissu adipeux brun (mg)	Masse de protéine du tissu adipeux brun (mg)	Masse d'ADN du tissu adipeux brun (µg)
0	169	12,13	121
1 jour	189	17,75	224
2 jours	205	20,13	280
3 jours	264	28,19	492
4 jours	296	30,31	427
7 jours	403	39,56	557
2 semaines	527	54,00	709
3 semaines	682	69,50	856
4 semaines	651	67,94	750
5 semaines	754	74,44	739
6 semaines	738	74,25	737
8 semaines	714	68,75	594

*Tableau 4D : Mesures obtenues sur du tissu adipeux brun de rats préalablement élevés à une température ambiante de 22°C puis exposés à une température ambiante de 5°C pour les durées indiquées.*

**IV.B.2.a. Tracez sur la feuille de papier millimétré fournie une représentation graphique vous permettant de mettre en évidence les variations des différents constituants du tissu adipeux brun lors d'une exposition au froid.**

**IV.B.2.b. Commentez les courbes obtenues en réponse à la question IV.B.2.a.**

*Réponse à la question IV.B.2.b*

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

*Suite de la réponse à la question IV.B.2.b*

**IV.B.3. Analyse de la composition tissulaire du tissu adipeux brun**

**D'après vous, pourquoi les auteurs de cette étude ont-ils mesuré le contenu en protéines et le contenu en ADN du tissu adipeux brun ?**

*Réponse à la question IV.B.3*

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**IV.B.4. Cinétique de la réponse tissulaire du tissu adipeux brun lors d'une exposition au froid.**

**A l'aide des documents 4A, 4B et 4C (IV.B.1.) et des courbes que vous avez tracées (IV.B.2.) formulez une hypothèse sur le déroulement temporel des modifications tissulaires du tissu adipeux brun qui permettent à ce tissu de remplir sa fonction lors d'une exposition au froid.**

*Réponse à la question IV.B.4*

#### **IV.C. Tissu adipeux brun et homéostasie énergétique**

D'après Klaus *et al.* 1998, *Am. J. Physiol.* 274(43) : R287.

L'objectif de cet exercice est d'étudier la possible implication du tissu adipeux brun dans le maintien de l'homéostasie énergétique de la souris. Pour ce faire, les auteurs disposent de souris adultes stables en masse. Ces souris sont soit de génotype sauvage (contrôle), soit de génotype UCP-DTA (le tissu adipeux brun de ces souris a été rendu non fonctionnel). Les auteurs effectuent diverses mesures dont les résultats vous sont présentés dans les tableaux et figures ci-dessous.

<b>Nom :</b>	<b>Prénom :</b>	<b>salle n° :</b>
--------------	-----------------	-------------------

	contrôle	UCP-DTA
Masse corporelle, g	33,0 ± 2,3	54,7 ± 5,0**
Masse grasse, g	4,9 ± 1,0	11,9 ± 0,7***
Masse maigre, g	22,3 ± 1,2	34,8 ± 3,6**
Masse grasse, % de la masse corporelle	14,5 ± 1,9	22,2 ± 1,1**
Masse maigre, % de la masse corporelle	68,0 ± 1,6	63,4 ± 0,9**
Prise alimentaire, g/jour	3,6 ± 0,1	3,1 ± 0,2
Assimilation alimentaire, %	68,8 ± 2,5	70,5 ± 1,3

**Tableau 4E** : Données métaboliques (moyenne ± erreur standard, 7 souris contrôles, 5 souris UCP-DTA, \*\* :  $P < 0,01$  comparé au groupe contrôle, \*\*\* :  $P < 0,001$  comparé au groupe contrôle).

**IV.C.1. Que représente l'erreur standard ? Quel est l'intérêt des étoiles (\*\*) pour la compréhension des résultats de l'expérience ?**

Réponse à la question IV.C.1



Nom :

Prénom :

salle n° :

IV.C.2. Commentez les différences observées entre les souris contrôles et UCP-DTA présentées dans le tableau 4E. Quelles hypothèses pouvez-vous exclure qui auraient pu rendre compte de ces différences observées (justifiez vos réponses).

Réponse à la question IV.C.2.

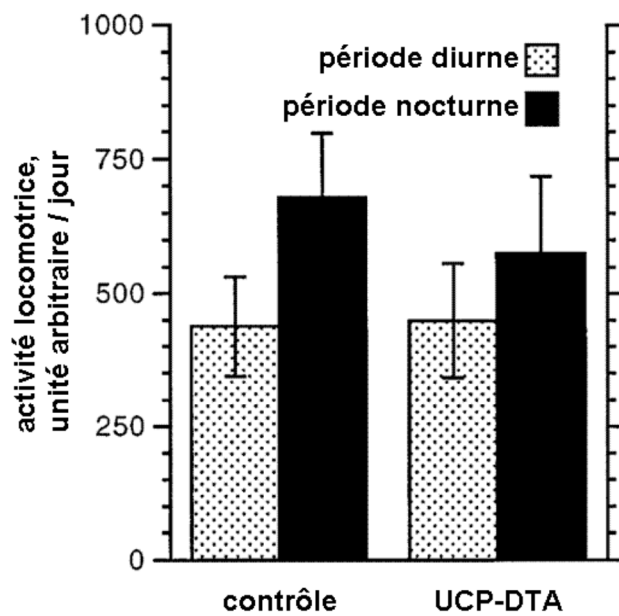


Figure 4F : Activité locomotrice (unité arbitraire) durant les phases diurne et nocturne d'un nycthémère.

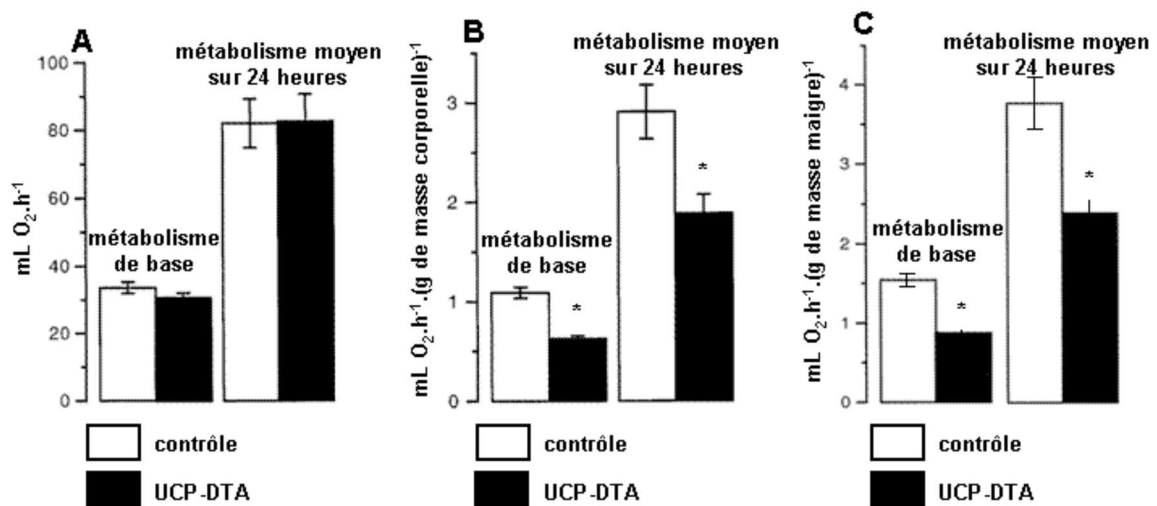
Nom :

Prénom :

salle n° :

IV.C.3. Commentez la figure 4F. Pourquoi avoir mesuré l'activité locomotrice ? Pourquoi les auteurs présentent-ils les résultats de l'activité locomotrice diurne séparément des résultats de l'activité locomotrice nocturne ?

Réponse à la question IV.C.3



**Figure 4G :** Métabolisme basal et métabolisme moyen sur 24 heures des souris contrôles (barres blanches) et des souris UCP-DTA (barres noires), exprimés soit en  $\text{mL O}_2 \cdot \text{h}^{-1}$  (graphe A), soit en  $\text{mL O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot (\text{g de masse corporelle})^{-1}$  (graphe B), soit en  $\text{mL O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot (\text{g de masse maigre})^{-1}$ . \* :  $P < 0,05$  comparé au groupe contrôle.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**IV.C.4. Dépense énergétique des souris contrôles et UCP-DTA.**

**IV.C.4.a. Quelles sont les conditions expérimentales qui doivent être réunies pour effectuer une mesure du métabolisme basal ?**

*Réponse à la question IV.C.4.a*

**IV.C.4.b. Commentez la figure 4G. Pourquoi les auteurs ont-ils exprimé les résultats en trois unités différentes ?**

*Réponse à la question IV.C.4.b*

Nom :

Prénom :

salle n° :

IV.C.4.c. Que pouvez-vous conclure quant à une éventuelle différence de dépense énergétique entre les souris contrôles et les souris UCP-DTA (justifiez votre réponse) ?

Réponse à la question IV.C.4.c

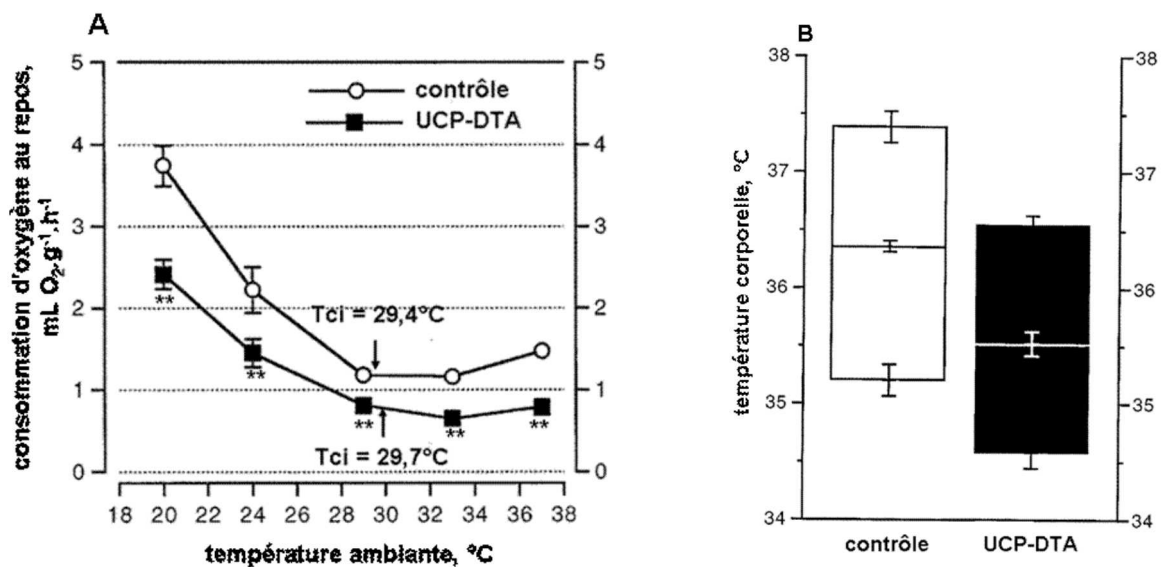


Figure 4H : graphe A : consommation d'oxygène au repos en fonction de la température ambiante pour les souris contrôle et les souris UCP-DTA (moyenne  $\pm$  erreur standard, 11 souris contrôles, 8 souris UCP-DTA). Tci : température critique inférieure. \*\* :  $P < 0,01$  comparé au groupe contrôle.

graphe B : moyennes des températures corporelles moyennes et extrêmes (basses et hautes) mesurées pendant une semaine chez des souris contrôles et des souris UCP-DTA. Moyenne  $\pm$  erreur standard. Toutes les moyennes diffèrent significativement ( $P < 0,01$ ) entre les deux groupes expérimentaux.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**IV.C.5. Température corporelle et thermorégulation.**

**IV.C.5.a. Commentez la figure 4H graphe A. Que représente la température critique inférieure ?**

*Réponse à la question IV.C.5.a*

**IV.C.5.b. Commentez la figure 4H graphe B. Qu'apporte le résultat présenté sur le graphe B quant à l'interprétation des résultats présentés sur le graphe A ?**

*Réponse à la question IV.C.5.b*

### Partie V - Les nitrates et la dormance chez *Arabidopsis thaliana*

durée conseillée : 1h – barème : 20 /120

*Plant, Cell and Environment* (2005) **28**, 500–512 **500** - A. Alboresi, C. Gestin, M.-T. Leydecker, M. Bedu, C. Meyer & H.-N. Truong.

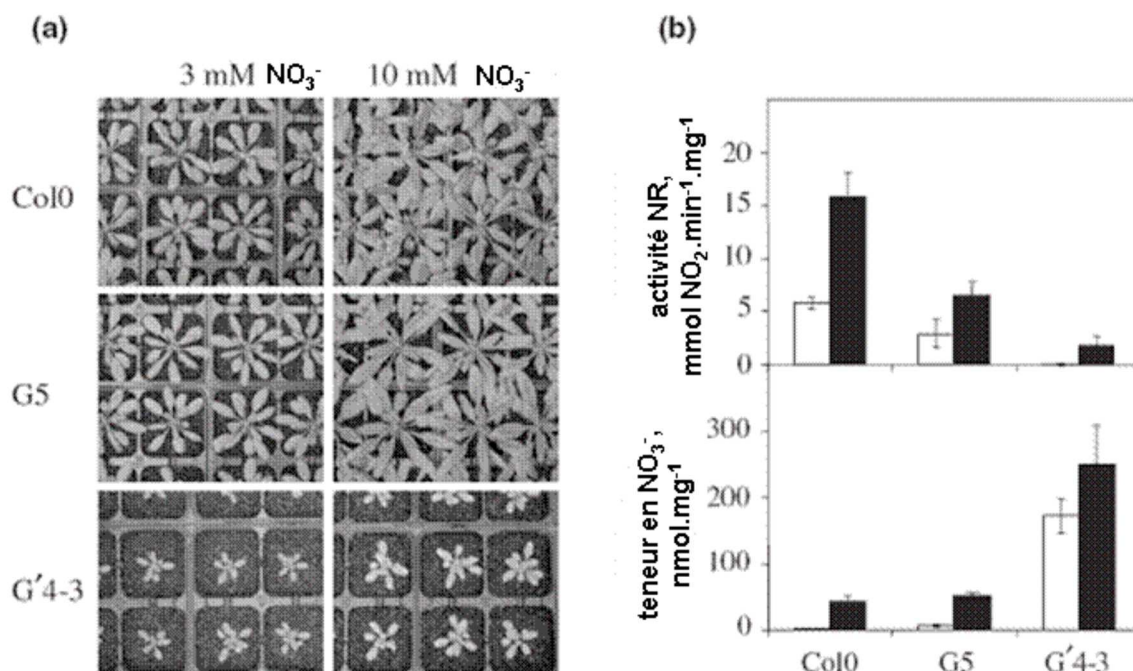
La nutrition azotée s'effectue de manière importante par l'absorption racinaire de nitrates. Ceux-ci sont ensuite incorporés dans des acides aminés et d'autres composés azotés grâce à l'action d'enzymes dont la nitrate réductase. Les expériences qui suivent ont pour objectif de montrer que l'ion nitrate intervient aussi comme molécule signal en particulier dans le cas de la dormance des graines chez *Arabidopsis thaliana*.

#### V.A. Nitrates : nutrition et développement

Chez *Arabidopsis thaliana*, deux gènes, *nia1* et *nia2*, codent la nitrate réductase (NR) et contribuent de manière différentielle à l'activité NR totale. On dispose de trois génotypes d'*Arabidopsis* :

- un génotype sauvage (Col0),
- un génotype simple mutant (G5), muté dans le gène *nia2* ; il conserve 10% de l'activité NR du sauvage,
- un génotype double mutant (G'4-3), muté dans les gènes *nia1* et *nia2* ; il conserve 0,5% de l'activité NR du sauvage.

Ces trois génotypes sont utilisés pour étudier le rôle des nitrates dans le développement ; les expériences (figure 5A) sont réalisées sous un régime de jour long (16h de lumière / 8h d'obscurité).



**Figure 5A** : (a) Observation de plants des trois génotypes (Col0, G5 et G'4-3), cultivés en présence de 3 mM ou de 10 mM NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 30 jours après le semis. (b) Activité NR et teneur en nitrate (au 30ème jour après semis) de feuilles de plants des trois génotypes cultivés pendant 30 jours en présence de 3 mM (barres blanches) ou de 10 mM (barres noires) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**V.A.1. Sur un schéma de synthèse simple, indiquez comment l'ion nitrate entre dans la cellule racinaire puis expliquez son devenir dans cette cellule, en particulier la voie métabolique menant aux acides aminés.**

*Réponse à la question V.A.1*

**V.A.2. Donnez la définition du terme dormance pour les graines**

*Réponse à la question V.A.2*

**V.A.3. Comparez le développement des plants et la teneur en nitrate d'après la figure 5A .**

*Réponse à la question V.A.3*

Nom :

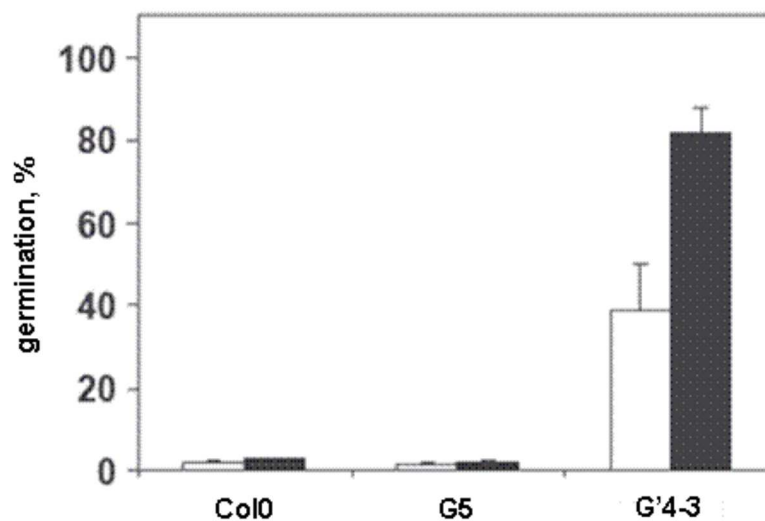
Prénom :

salle n° :

V.A.4. D'après la figure 5A, pourquoi le mutant G'4-3 permet-il d'étudier le rôle des nitrates comme molécule signal ?

Réponse à la question V.A.4

V.A.5. Comparaison des capacités de germination des trois génotypes (figure 5B).



**Figure 5B** : Germination de graines des trois génotypes issues de plantes mères cultivées en présence de 3 mM (barres blanches) ou de 10 mM (barres noires) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Sur des graines obtenues 3 semaines après la pollinisation, on note le nombre de graines germées sept jours après semis par l'émergence de la radicule. La viabilité des graines est identique quelque soit le génotype. **Analysez et interprétez la figure 5B.**



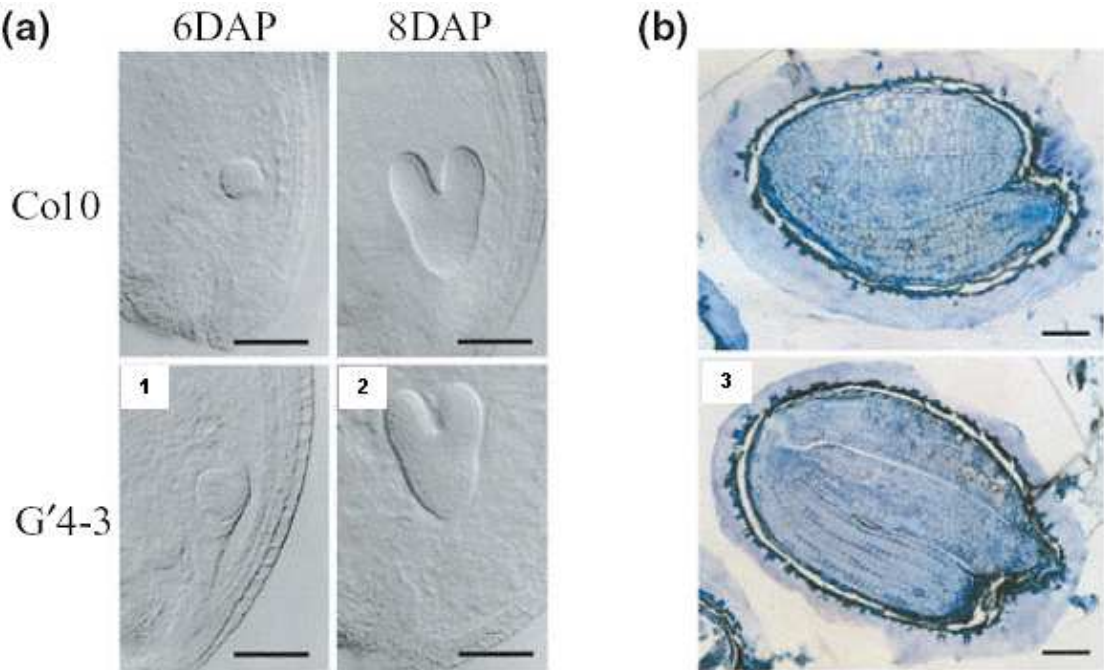
<b>Nom :</b>	<b>Prénom :</b>	<b>salle n° :</b>
--------------	-----------------	-------------------

Réponse à la question V.A.5

**V.B. Nitrates et dormance**

**V.B.1. Observation des graines.**

Les dimensions et les masses des graines issues de plants Col0 et G'4-3 ne présentent pas de différence significative.



**Figure 5C :** Images en microscopie interférentielle et en microscopie à fond clair après coloration de l'embryon et de la structure de la paroi des graines.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

*(a) Graines Col0 et G'4-3 observées en microscopie interférentielle aux 6ème et 8ème jours après pollinisation (DAP). (b) Sections de graines Col0 et G'4-3 matures observées en microscopie à fond clair après coloration au bleu de toluidine. Les graines sont issues de plantes mères cultivées en présence de 10 mM NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Echelle = 100 µm*

**V.B.1.a. Réalisez un schéma légendé pour chacun des trois documents : 1, 2 et 3.**

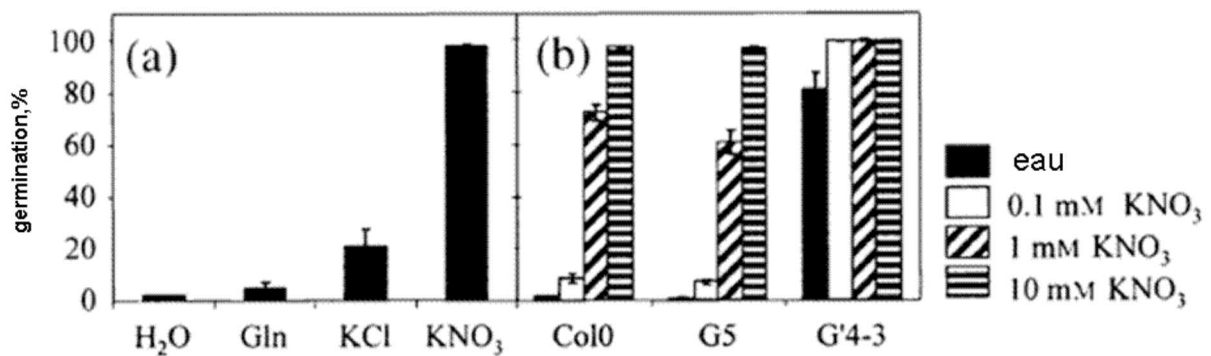
*Réponse à la question V.B.1.a.*

<b>Nom :</b>	<b>Prénom :</b>	<b>salle n° :</b>

**V.B.1.b. Quel est l'intérêt de ces observations ?**

Réponse à la question V.B.1.b.

**V.B.2. Influence de la composition du milieu de germination.**



**Figure 5D :** (a) Germination de graines Col0, issues de plantes mères cultivées en présence de 10 mM NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, quantifiée 8 jours après semis sur agarose contenant 5 mM Gln, 10 mM KCl ou 10 mM KNO<sub>3</sub>.

(b) Germination de graines des trois génotypes, issues de plantes mères cultivées en présence de 10 mM NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, quantifiée 8 jours après semis sur agarose contenant différentes concentrations en nitrate (0-10 mM).

**V.B.2.a. Pourquoi l'expérimentateur choisit-il de mettre dans le milieu de germination H<sub>2</sub>O, Gln ou KCl ?**

Réponse à la question V.B.2.a

Nom :	Prénom :	salle n° :

**V.B.2.b. Exploitez les résultats de la figure 5Db.**

Réponse à la question V.B.2.b

**V.B.3. Capacités de germination au cours du temps.**

Chez *A. thaliana*, le développement des graines s'étale du 8<sup>ème</sup> au 21<sup>ème</sup> jour après pollinisation (DAP). Des graines immatures sont isolées au cours de leur développement et on teste leur capacité de germination.

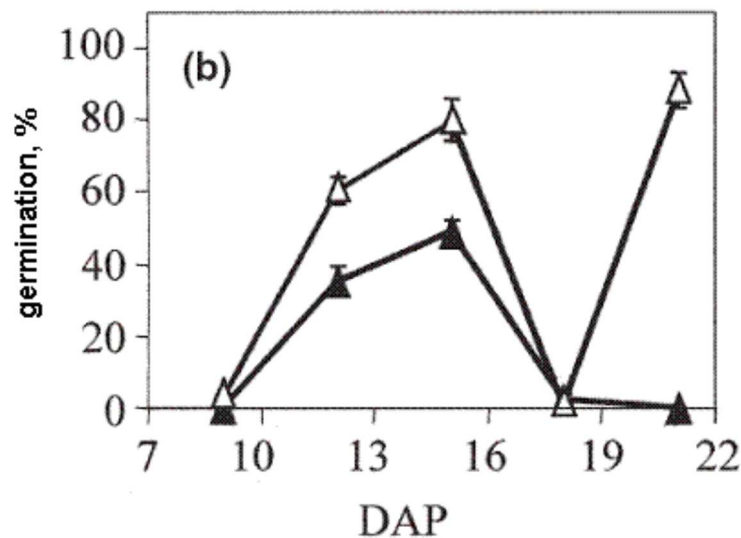


Figure 5E : Germination de graines immatures Col0 issues de plantes mères cultivées en présence de 10 mM NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (triangle noir) ou 50 mM NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (triangle blanc). Les graines, isolées à partir des siliques à différents jours après pollinisation (DAP), sont semées sur agarose. La germination est quantifiée au 13<sup>ème</sup> jour après semis.

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**V.B.3.a. Analysez ces résultats et concluez.**

*Réponse à la question V.B.3.a*

**V.B.3.b. Proposez une hypothèse expliquant le comportement des graines G'4-3 face à la dormance?**

*Réponse à la question V.B.3.b.*

**V.C. Nitrates et facteurs de croissance.**

**V.C.1. Capacités de germination et facteurs de croissance.**

Sur des graines dont la dormance a été levée par stratification, on réalise des tests de germination en présence de différentes concentrations en ABA (acide abscissique) ou en présence de paclobutrazol (PBZ), un inhibiteur de la synthèse de GA (acide gibbérellique).

Nom :

Prénom :

salle n° :

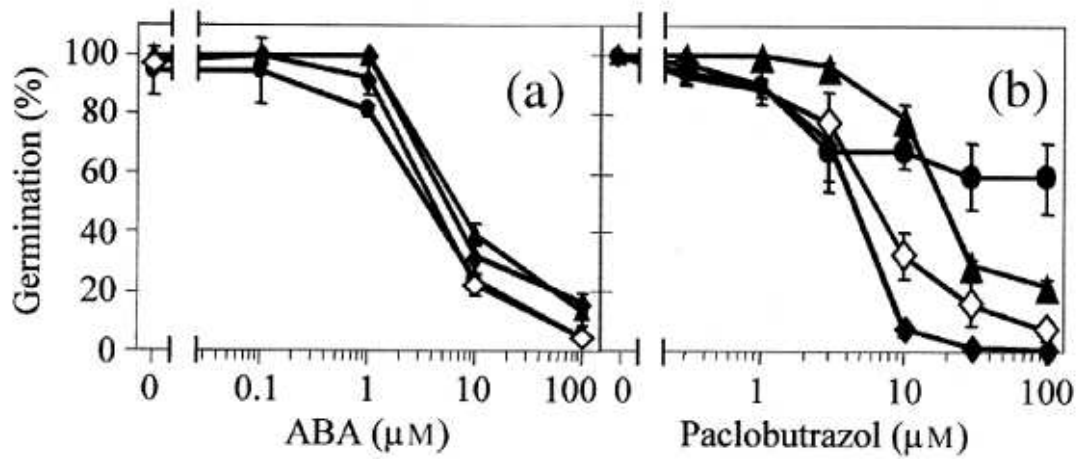


Figure 5F : Sensibilité à ABA (a) et à PBZ (b) de graines Col0 (losange noir et blanc), G'4-3 (triangle noir) et aba1 (rond noir, ce sont des mutants incapables de synthétiser l'ABA). Les graines Col0 sont obtenues à partir de plantes mères cultivées en présence de 10 (losange noir) ou de 50 mM (losange blanc)  $\text{NO}_3^-$ . Les graines G'4-3 et aba1 sont issues de plantes mères cultivées en présence de 10 mM  $\text{NO}_3^-$ . Les graines âgées de 2 mois sont semées sur agarose en présence de différentes concentrations en ABA ou en PBZ, puis sont stratifiées. La germination est quantifiée 7 jours après transfert en chambre climatisée à 25°C sous un régime de jour long.

**V.C.1.a. En quoi consiste la stratification ?**

Réponse à la question V.C.1.a

**V.C.1.b. Analysez ces résultats et concluez.**

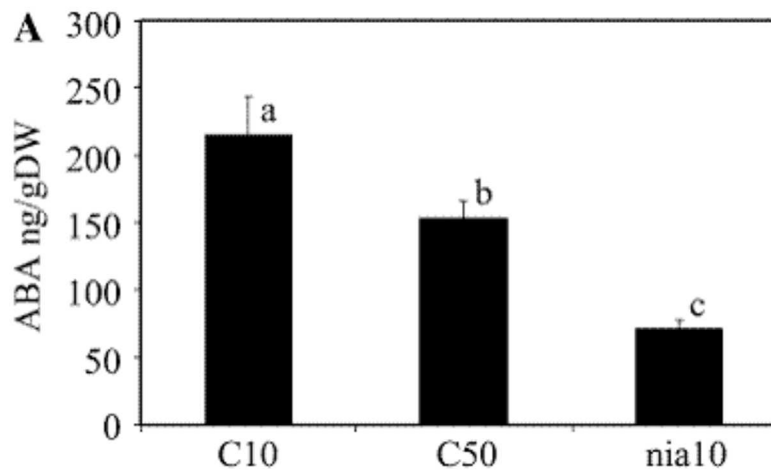
Réponse à la question V.C.1.b

Nom :

Prénom :

salle n° :

V.C.2. Nitrate et ABA.



**Figure 5G** : La teneur en ABA est mesurée sur des graines récemment récoltées. On récolte des graines Col0 issues de plantes mères cultivées en présence de 10 mM  $\text{NO}_3^-$  (**C10**), de 50 mM  $\text{NO}_3^-$  (**C50**) et des graines G'4-3 issues de plantes mères cultivées en présence de 10 mM  $\text{NO}_3^-$  (**nia10**). DW : masse sèche. Les colonnes portant des lettres différentes représentent des valeurs significativement différentes.

V.C.2. Analysez ces résultats.

Réponse à la question V.C.2

**Nom :**

**Prénom :**

**salle n° :**

**V.C.3. Résumez les informations de cet exercice V sous la forme d'un schéma.**

*Réponse à la question V.C.3*



<b>Nom :</b>	<b>Prénom :</b>	<b>salle n° :</b>
--------------	-----------------	-------------------

**Partie VI- Reconnaissances raisonnées** *durée conseillée : 30 mn – barème : 15 /120*

**Pour chaque échantillon, indiquez la dénomination précise de la structure proposée (le cas échéant) ainsi que la position systématique la plus précise possible.**

<b>Ech.</b>	<b>Nature précise de la structure</b>	<b>Données systématiques</b>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		