

ANNEE D'ETUDES : P.C.E.M. 1

SESSION DE MAI

EPREUVE : BIOLOGIE CELLULAIRE

Date : Jeudi 27 Mai 2010

Heure : de 14h00 à 15h30

Enseignant Responsable : Professeur LEBECQUE Serge

TYPE D'EPREUVE : QCM

Durée de l'épreuve : 1h30

Notation sur : /10

Le fascicule « QUESTIONS » comporte 13 pages, numérotées de la page 1 à 13 (+ une dernière page de couleur rose non numérotée).

Un 2ème fascicule « FIGURES » comportant 3 figures numérotées 4, 5 et 6 - (3 pages au total dont la dernière est de couleur jaune)

Nom du candidat :

Prénom :

Numéro de place :

SIGNATURE

INSTRUCTIONS POUR L'EPREUVE

Usage de la calculatrice non

1. Assurez-vous que votre fascicule est complet : les pages doivent se suivre sans interruption.
2. **Ce fascicule devra obligatoirement être rendu avec la grille de réponse à la fin de l'épreuve.**
3. Les questions QCM sont à REPONSES MULTIPLES. Chaque question comporte cinq propositions.
4. Vous devez cocher sur la grille de réponse uniquement les propositions exactes de 0 à 5 possibilités par question.
5. Toute marque qui apparaît en dehors des emplacements qui vous sont réservés peut motiver un zéro à votre épreuve.
6. Communications : depuis l'instant où vous aurez reçu votre cahier d'épreuves jusqu'à celui où vous aurez rendu la grille de réponse optique, toute communication est interdite quel qu'en soit le prétexte ou la nature. En cas de besoin, adressez-vous exclusivement aux surveillants présents dans la salle.
7. Vous pouvez conserver le fascicule « figures ».

Attention !

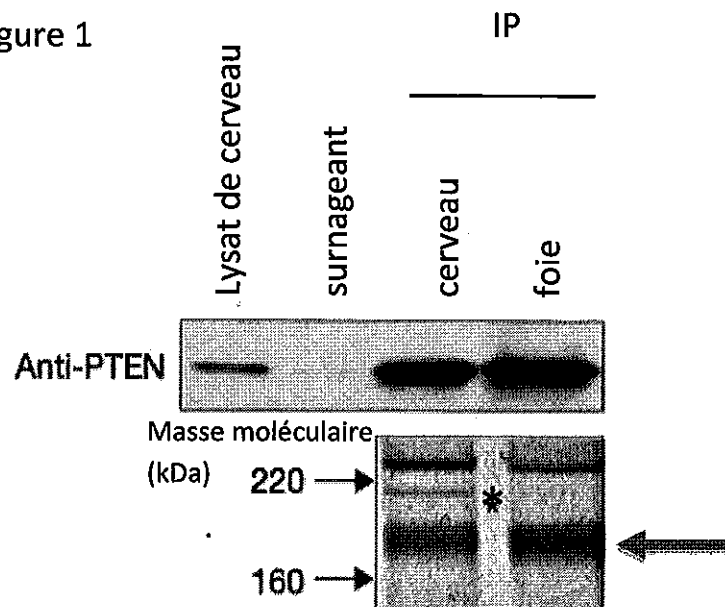
Vos réponses portées sur la grille de réponse QCM seront lues par un procédé optique qui implique obligatoirement que les cases correspondantes soient franchement et entièrement noircies et non pas seulement très légèrement ou partiellement crayonnées.

Les phosphoinositides (PtdInsP) jouent un rôle central dans de nombreux mécanismes cellulaires, y compris la croissance et la migration. Leur phosphorylation est réversible sous l'action de plusieurs phosphatases.

Dans un premier travail, les auteurs ont porté leur attention sur la protéine PTEN, une phosphatase cytoplasmique de 403 acides aminés qui convertit principalement les phosphoinositides triphosphates - PtdIns(3,4,5)P₃ - en phosphoinositides biphosphates - PtdIns(4,5)P₂ -. La localisation subcellulaire de PTEN contrôle des aspects importants de la signalisation de la Phosphoinositide 3-kinase - PI(3)K -. Les auteurs ont voulu identifier les protéines impliquées dans la localisation subcellulaire de PTEN dans les neurones.

Les auteurs ont immunoprécipité PTEN à partir du lysat de cerveau ou de foie. Le lysat de cerveau, le surnageant de l'immunoprécipitation et les précipités ont été traités avec le DTT puis analysés par électrophorèse en gel d'acrylamide en présence de SDS suivi de Western Blot (SDS-PAGE/WB). Les membranes ont été analysées avec un anticorps anti-PTEN comme indiqué sur la **figure 1**, gel du haut. Une fraction des précipités a été déposée sur un autre SDS/PAGE et analysée par coloration au bleu de Coomassie (**figure 1**, gel du bas).

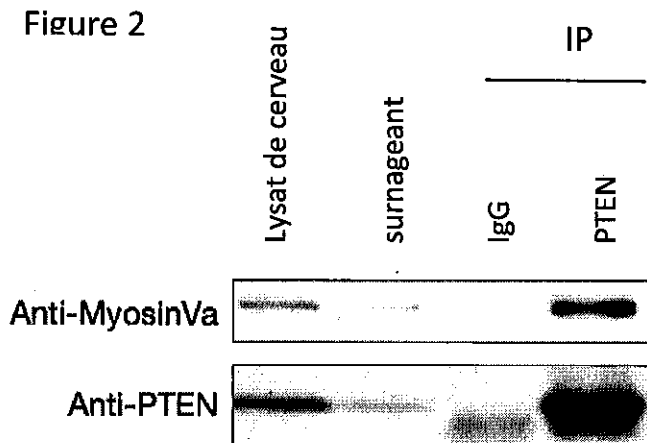
Figure 1



Question 1. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés sur la **figure 1** vous pouvez conclure que :

- Le gène *PTEN* est plus fortement exprimé dans le cerveau que dans le foie
- Sur un gel, le bleu de Coomassie colore toutes les protéines
- La bande marquée par un astérisque correspond à une protéine comportant > 2500 acides aminés
- La flèche à droite du gel du bas sur la figure 1 correspond à PTEN
- PTEN influence la réponse des cellules aux facteurs de croissance en interférant avec la voie de signalisation passant par Akt

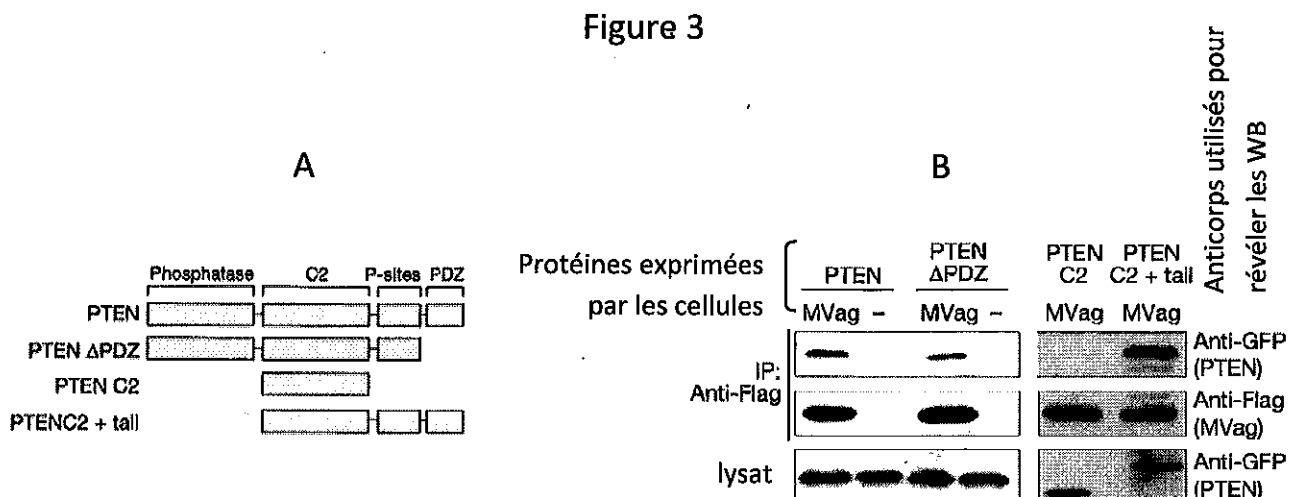
Les auteurs ont identifié la bande marquée par un astérisque sur la figure 1 comme la myosine Va. Ils ont réalisé des immunoprécipitations à partir d'un lysat de cerveau avec une IgG contrôle ou avec un anticorps anti-PTEN comme indiqué sur la figure 2 et ont révélé les SDS-PAGE/WB avec les anticorps indiqués sur la figure 2.



Question 2. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés sur la figure 2 vous pouvez conclure que :

- La spectrométrie de masse est une technique qui a pu être utilisée pour identifier la protéine purifiée à partir du gel coloré au bleu de Coomassie (voir Figure 1)
- L'IgG contrôle précipite PTEN
- Dans les neurones, la myosine Va se fixe de manière covalente à PTEN
- La myosine Va fait partie d'une famille très conservée de moteurs moléculaires se déplaçant vers l'extrémité positive des filaments intermédiaires
- La myosine Va convertit l'ATP en ADP pour se déplacer

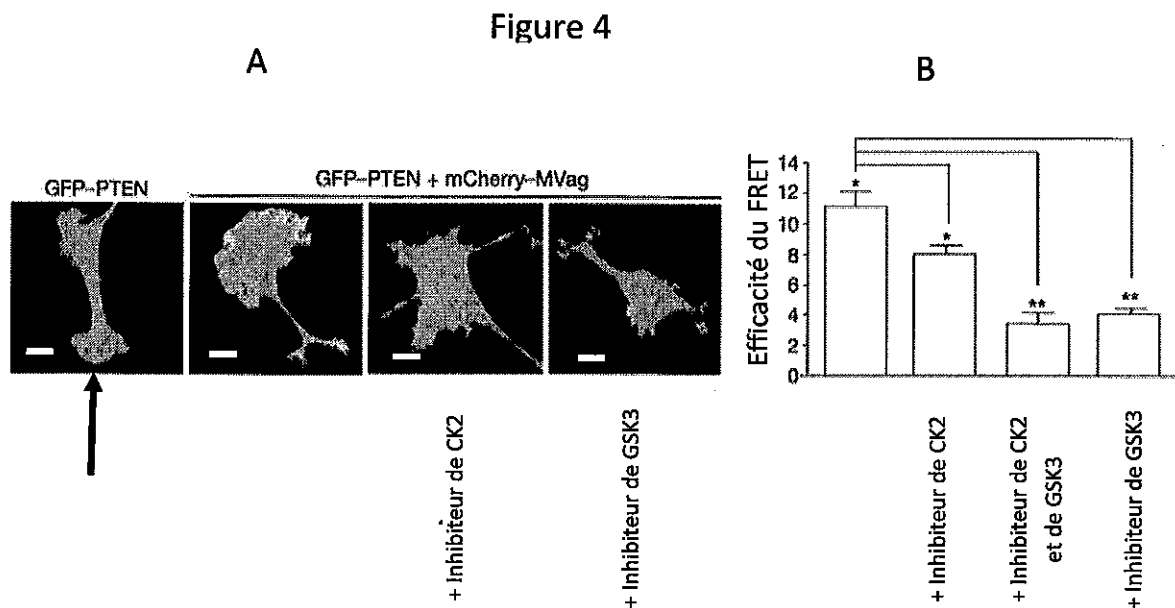
Les auteurs ont ensuite exprimé dans les cellules HEK293 : (1) la protéine Myosine Va recombinante associée à l'étiquette Flag (MVag) et (2) différentes formes recombinantes de la protéine PTEN entière ou privée d'un ou de plusieurs domaines et associée à la GFP (comme indiqué sur la figure 3A). Les lysats des différentes cellules transfectées ont été immunoprécipités puis analysés par SDS-PAGE/WB comme indiqué sur la figure 3B.



Question 3. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés sur la **figure 3** vous pouvez conclure que :

- Les protéines recombinantes PTEN entières et PTEN Δ PDZ sont exprimées à des niveaux semblables dans les cellules HEK293
- Le domaine PDZ C-terminal de PTEN permet son interaction avec des tyrosines phosphorylées
- Dans les cellules HEK293, la GFP s'associe à la myosine Va
- Dans les cellules HEK293, la myosine Va s'associe à PTEN par son domaine C2
- Les domaines protéiques sont des modules autonomes exploités au cours de l'évolution pour diversifier les fonctions des protéines

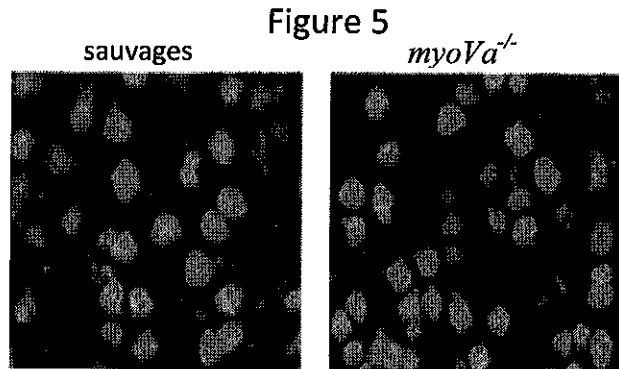
Les auteurs ont démontré que la phosphorylation de sérines et de thréonines par 2 kinases (CK2 et GSK3) sur le domaine P (P-sites de la figure 3) qui possède plusieurs sites de phosphorylation augmentait l'association de PTEN avec la myosine Va *in vitro*. Ils ont surexprimé la protéine PTEN couplée à la GFP et la myosine Va couplée à la protéine fluorescente mCherry dans les cellules neuronales PC12 qu'ils ont ensuite analysées par la technique de FRET (Fluorescence Resonance Energy Transfer). Sur les images de microscopie en fluorescence présentées (**Figure 4A**) les fluorescences émises par la GFP et la mCherry sont artificiellement présentées en bleu et en jaune, respectivement. La fluorescence émise en absence ou en présence d'inhibiteurs de kinases a été visualisée (**Figure 4A**) et quantifiée (**figure 4B**). Les astérisques indiquent des différences statistiquement significatives.



Question 4. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés sur la **figure 4** vous pouvez conclure que :

- Les images de la figure 4A correspondent à de la microscopie confocale
- Les barres d'échelle dans la **figure 4A** représentent 200 μ m
- La structure cellulaire indiquée par la flèche sur la figure 4A correspond à un cône de croissance axonal
- La technique de FRET est utilisée pour détecter les liaisons covalentes entre protéines dans les cellules vivantes
- Dans les cellules PC12, toutes les molécules de PTEN s'associent à la myosine Va

L'absence de PTEN chez la souris s'accompagne d'une augmentation de taille des corps cellulaires des neurones. Les auteurs ont voulu savoir si l'absence de myosine Va produit les mêmes anomalies. Ils ont analysés en immunofluorescence des sections de cortex cérébral de souris normales (sauvages) ou de souris dont les deux allèles du gène *myosine Va* (souris *myoVa^{-/-}*) ont été invalidés avec (1) un anticorps anti-NeuN (reconnaissant une protéine nucléaire des neurones) couplé au FITC (vert) et (2) un anticorps anti-troponine couplé à un autre fluorochrome (bleu) (Figure 5)

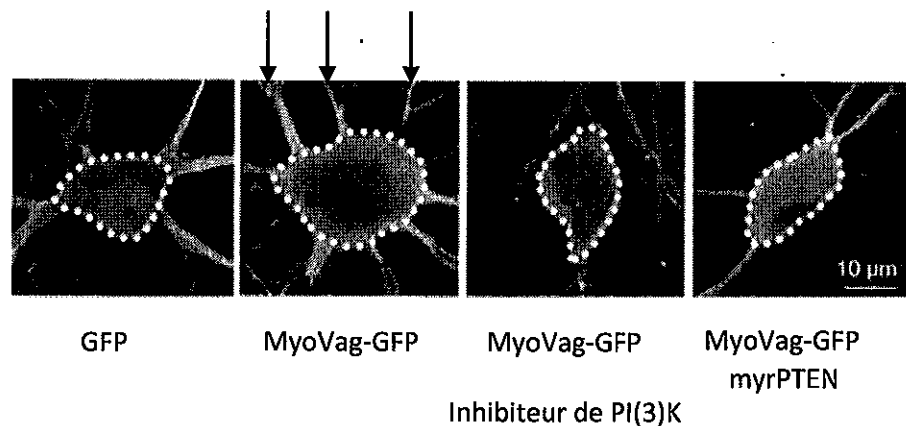


Question 5. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés sur la **figure 5** vous pouvez conclure que :

- A. La myosine Va n'a aucun effet sur la taille des neurones chez la souris
- B. Les différentes myosines peuvent exercer des fonctions redondantes chez la souris
- C. La troponine et la calmoduline sont des protéines dont la conformation varie en fonction de la concentration intracellulaire en Ca^{2+}
- D. La longueur d'onde activatrice de la fluorescéine est plus courte que celle de la lumière verte émise par la fluorescéine
- E. Les coupes de tissus cérébraux présentées ont une épaisseur de ~ 1 mm

Les auteurs ont ensuite surexprimé la GFP seule ou couplée à l'extrémité globulaire de la myosine Va (qui agit comme dominant négatif – DN- vis-à-vis des différentes myosines) couplées à la GFP (myoVag-GFP) dans des neurones de souris normales mis en culture. Certaines cellules ont été traitées avec un inhibiteur spécifique de PI(3)K pendant la culture. D'autres cellules ont été transfectées pour surexprimer une forme de PTEN recombinante s'associant à un lien myristoyl (myrPTEN). Après 14 divisions cellulaires, l'aspect des neurones a été analysé par microscopie en immunofluorescence (IF) après marquage avec un anticorps dirigé contre une protéine associée aux microtubules couplé à un fluorochrome (rouge) (Figure 6)

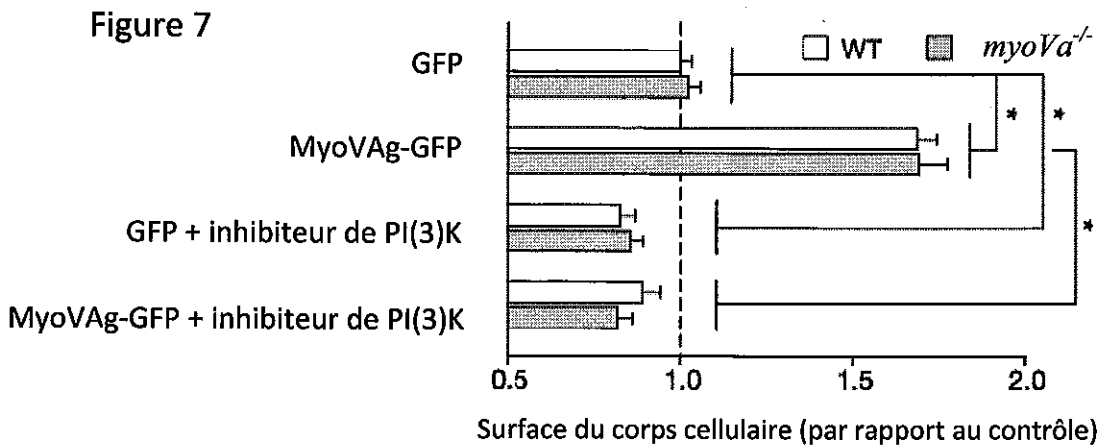
Figure 6



Question 6. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés sur la **figure 6** vous pouvez conclure que :

- Les structures indiquées par des flèches de la figure 6 correspondent à des axones
- Les cellules présentées sur la figure 6 ont été perméabilisées
- La myristoylation de PTEN favorise son association aux membranes
- La surexpression de la protéine MyoVag-GFP dans des fibroblastes perturberait leur migration en réponse à une chimiokine
- Les kinésines acheminent les vésicules de sécrétion des neurotransmetteurs vers les fentes synaptiques en se déplaçant le long des microtubules axonaux

Les auteurs ont ensuite comparé sur des images en IF l'évolution de la surface du corps cellulaire de neurones de souris normales ou *myoVa*^{-/-} surexprimant les différentes protéines et traités ou non avec un inhibiteur de PI(3)K et cultivées comme pour la figure 6. Les résultats sont présentés sur la **figure 7**.

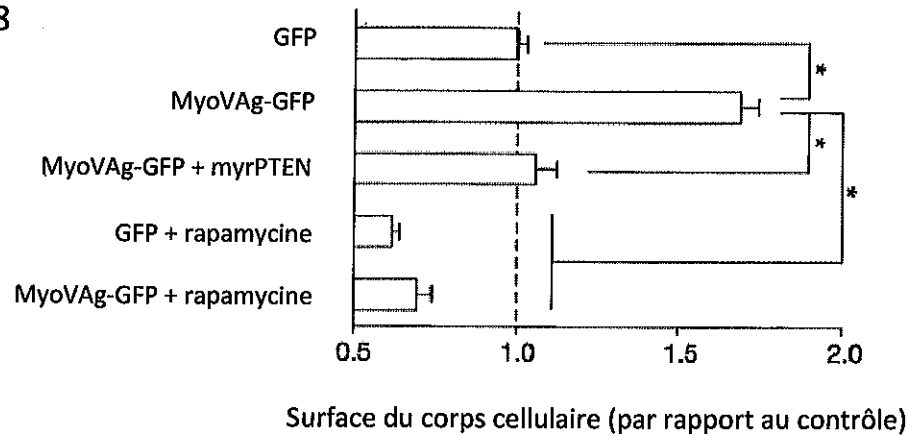


Question 7. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés sur la **figure 7** vous pouvez conclure que :

- L'inhibition de la fonction des myosines s'accompagne d'une augmentation de la taille des corps cellulaires des neurones en culture
- L'inhibition de PI(3)K entraîne une diminution de la taille des corps cellulaires des neurones en culture qui dépend spécifiquement de la myosine Va
- L'effet de l'inhibition de la fonction des myosines sur la taille des corps cellulaires des neurones en culture dépend de l'activité catalytique de la PI(3)K
- Les neurones chez la souris adulte sont majoritairement en phase G₀ du cycle cellulaire
- La polymérisation des filaments d'actine en réseau tridimensionnel associé à la myosine est le facteur responsable de l'augmentation de taille des corps cellulaires observée

Les auteurs ont évalué l'effet de la Rapamycine, un inhibiteur spécifique de la sérine/thréonine kinase mTOR (mammalian Target of Rapamycin), sur l'évolution en culture de la taille des corps cellulaires des neurones normaux préparés comme pour la figure 6. Les résultats sont présentés sur la **figure 8**.

Figure 8

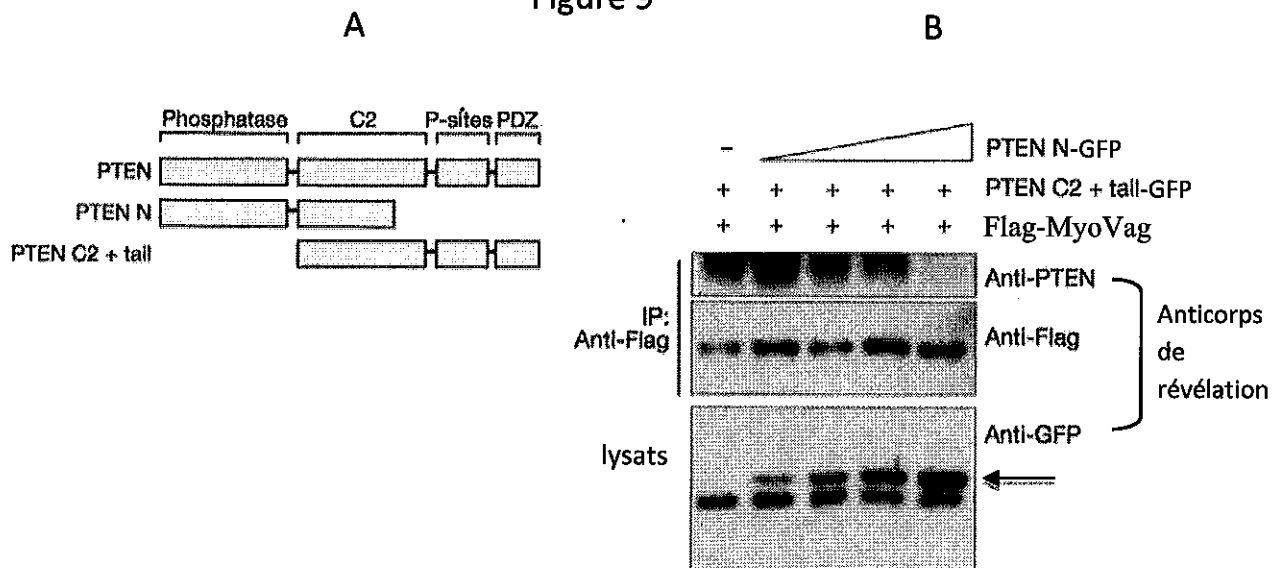


Question 8. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés sur la **figure 8** vous pouvez conclure que :

- Le changement de taille des corps cellulaires des neurones en présence d'un DN des myosines dépend de l'activité catalytique de mTOR
- Le changement de taille des corps cellulaires des neurones cultivés en présence de rapamycine résulte d'un blocage de signalisation à partir des récepteurs aux facteurs de croissance
- L'activation de mTOR dépend de la production de PtdIns(3,4,5)P₃ par la PI(3)K
- Le sérum ajouté aux milieux de culture des cellules contient de nombreux facteurs de croissances
- La relocalisation de PTEN myristoylée lui permet de contrôler la croissance cellulaire en l'absence de myosine active

Pour identifier le site d'interaction de PTEN avec la myosine Va, les chercheurs ont utilisé des cellules HEK293 surexprimant la tête globulaire de la myosine Va couplée à une étiquette Flag (Flag-MyoVag). Ils ont transfecté ces cellules avec une forme recombinante partielle de PTEN couplée à la GFP (PTEN N-GFP ; acides aminés 1-317, renseigné sur la **figure 9A**). Les lysats cellulaires ont été incubés avec des quantités croissantes de protéine recombinante PTEN C2 + tail-GFP (acides aminés 182-403), puis immunoprécipités avec un anticorps anti-Flag. Les lysats et les précipités ont été analysés par SDS-PAGE/WB en utilisant les anticorps indiqués sur la **figure 9B**.

Figure 9



Question 9. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez conclure que dans les cellules HEK293:

- A. La bande marquée par une flèche sur la figure 9B correspond à PTEN N-GFP
- B. Le domaine N-terminal de PTEN s'associe à la myosine Va
- C. La partie N-terminal de PTEN entre en compétition avec la tête globulaire de la myosine Va pour s'associer à PTEN
- D. Les phosphorylations peuvent modifier la conformation des protéines et permettre leur interaction avec d'autres protéines
- E. PTEN est synthétisée au niveau du réticulum endoplasmique rugueux

Question 10. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. La phosphorylation de plusieurs acides aminés dans un site protéique peut faciliter l'association de cette protéine avec un domaine protéique riche en acides aminés à chaînes latérales chargées positivement
- B. La myosine Va transporte PTEN vers les extrémités positives des filaments d'actine
- C. La myosine Va participe au contrôle de la signalisation déclenchée par les récepteurs aux facteurs de croissance sur les neurones
- D. La croissance cellulaire s'effectue principalement pendant la phase G₁ du cycle cellulaire
- E. L'inositol-3-phosphates (IP₃) est un second messager produit par l'action de phospholipases sur les PtdIns(4,5)P₂

Question 11. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. Les phosphoinositides sont exclusivement localisés au niveau de la membrane plasmique
- B. Les cellules deviennent particulièrement sensibles à l'action des facteurs de croissance après leur passage par le point de restriction R1 (ou START) du cycle cellulaire
- C. La transcription du gène *MYC* est stimulée par l'activation des récepteurs aux facteurs de croissance
- D. PTEN est un gène suppresseur de tumeur
- E. Les phosphoinositides sont des sphingolipides

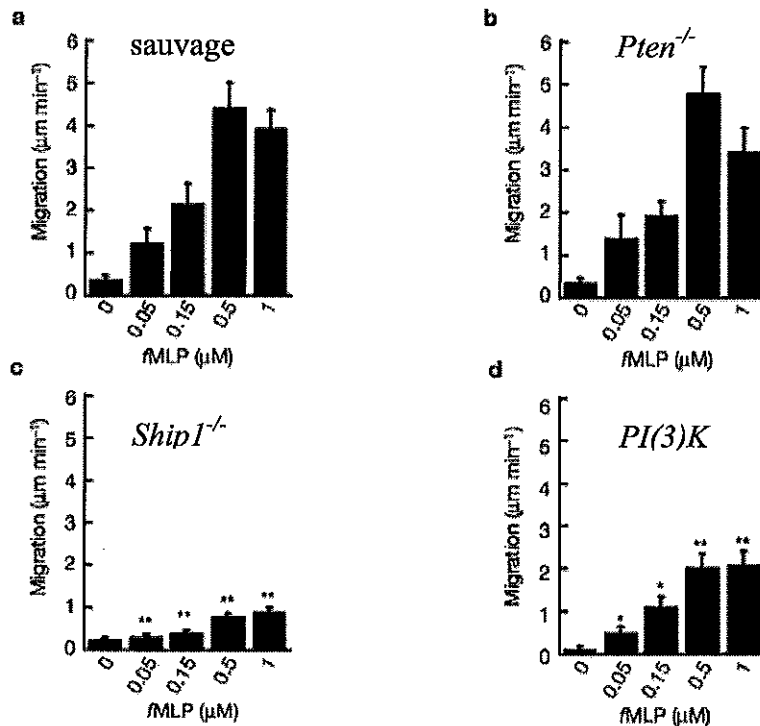
Question 12. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. Le récepteur à l'EGF (EGFR) est un récepteur associé à une tyrosine kinase
 - B. L'activation de l'EGFR dépend de son clivage
 - C. L'endocytose de l'EGFR qui suit son activation dépend de l'action de la GTPase monomérique ARF
 - D. Quelques minutes après son endocytose, l'EGFR se retrouve principalement dans des endosomes de recyclage
 - E. La croissance cellulaire est influencée par des signaux émis par les intégrines au contact de la matrice extracellulaire
-

Dans un second travail, une équipe de chercheurs a étudié le mécanisme et le rôle de la déphosphorylation du $PtdIns(3,4,5)P_3$ dans la migration des neutrophiles.

Les chercheurs ont comparé la migration en direction de concentrations croissantes du peptide Formyl-Méthionine-Leucine-Proline (fMLP) de neutrophiles provenant de souris normales (sauvages), de souris invalidées (souris KO) pour le gène *Pten* (*Pten*^{-/-}), pour le gène *ship1* (*ship1*^{-/-}) qui code pour une phosphatase, ou pour le gène *PI(3)K* (*PI(3)K*^{-/-}). La vitesse de migration de ces neutrophiles a été reportée dans les graphes de la figure 10.

Figure 10

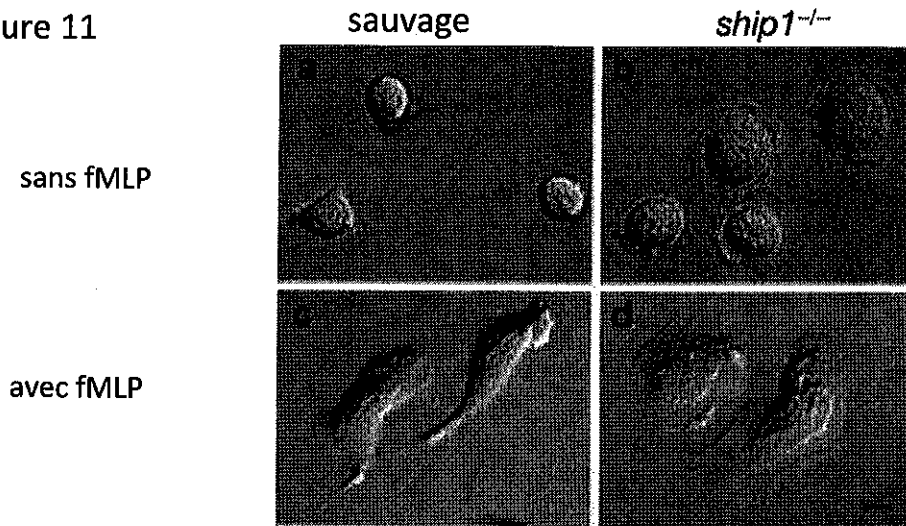


Question 13. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- Le fMLP agit sur les neutrophiles par l'intermédiaire d'un récepteur à sept régions transmembranaires (7TM)
- Les récepteurs à 7TM agissent en se liant aux petites protéines G monomériques
- La Toxine tétanique est utilisée pour bloquer la signalisation par certains récepteurs à 7TM
- Au moment de leur traduction, toutes les protéines possèdent une formyl-méthionine en position N-terminal
- La phosphatase PTEN joue un rôle central dans le contrôle de la migration des neutrophiles en réponse au fMLP

La polarisation cellulaire est indispensable à la réponse orientée d'une cellule à un agent chimiotactique. Les auteurs ont comparé l'aspect de neutrophiles sauvages et *ship1*^{-/-} dans un milieu de culture en absence ou en présence de fMLP appliqué avec une micropipette. Les neutrophiles normaux forment un pseudopode en direction du front de migration. Les images de microscopie en contraste interférentiel (Nomarski) sont présentées sur la figure 11. La pointe de la micropipette était située en bas à gauche des photographies (c) et (d).

Figure 11

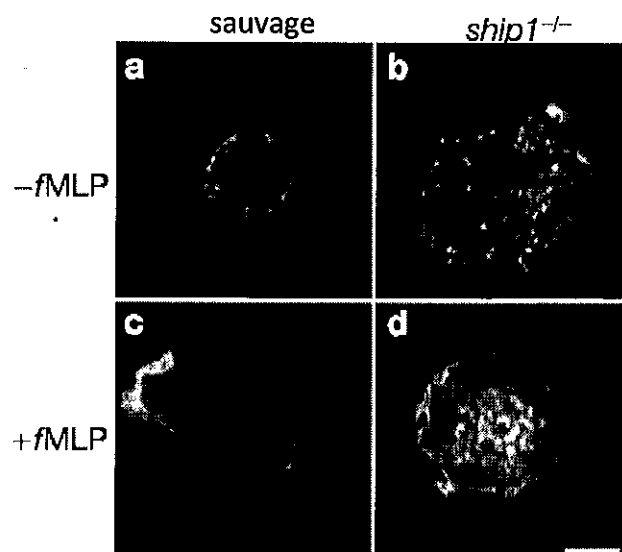


Question 14. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. Les cellules ont été colorées à l'argent avant d'être examinée au microscope
- B. Les structures présentes en périphérie des neutrophiles *ship1*^{-/-} non exposés au fMLP correspondent à des filopodes
- C. L'échelle de taille présente sur la photographie (d) correspond à 5 μm
- D. Les neutrophiles qui se déplacent en réponse au fMLP contiennent des fibres de stress
- E. Le pseudopode localisé au niveau du front de migration des neutrophiles normaux résulte d'une polymérisation directionnelle des microtubules

Pour mieux comprendre les différences de morphologie observées sur la figure 12, les chercheurs ont marqué ces neutrophiles avec de la phalloïdine couplée au FITC et les ont analysés en microscopie à fluorescence (Figure 12)

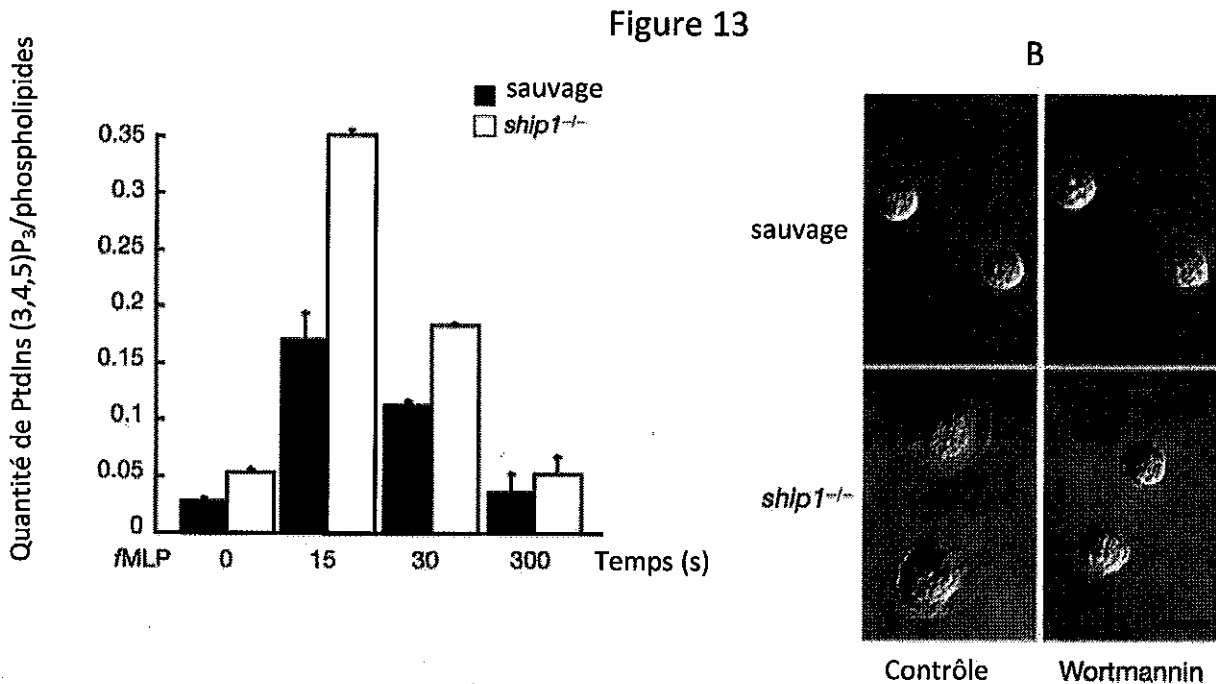
Figure 12



Question 15. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. La phalloïdine se fixe sur les monomères libres d'actine
- B. Le neutrophile normal sur la photographie (c) se dirige vers la droite
- C. De la myosine s'accumule au niveau de l'extrémité gauche du neutrophile normal traité au fMLP
- D. La filamine participe à la formation des réseaux d'actine en 3 dimensions qui caractérisent les pseudopodes
- E. L'endocytose des bactéries par les neutrophiles se déroule au niveau de puits couverts de clathrine

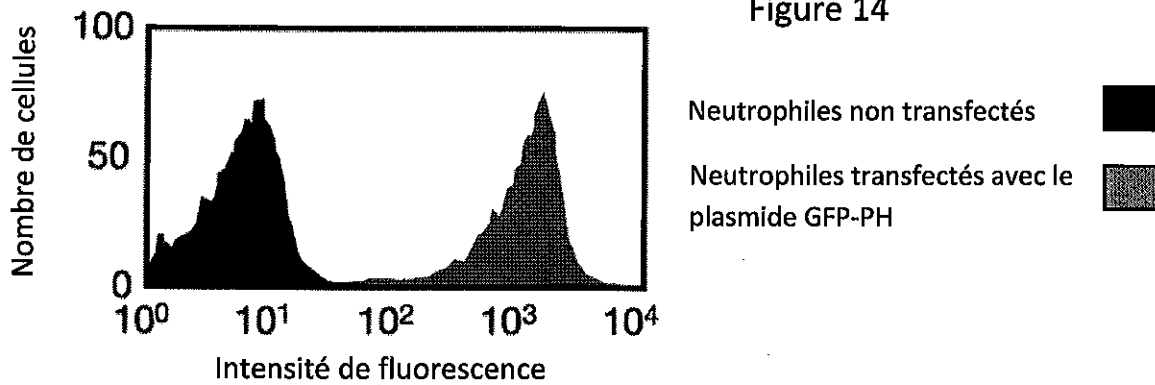
Pour expliquer le mécanisme responsable de la différence d'aspect des neutrophiles *ship1*^{-/-} par rapport aux neutrophiles sauvages, les auteurs ont mesuré par chromatographie l'évolution au cours du temps après addition au milieu de culture de fMLP de la quantité de PtdIns(3,4,5)P₃ relative à la quantité totale de phospholipides dans ces 2 types de neutrophiles. Les résultats sont présentés sur la **figure 13A**. Ils ont aussi observé en microscopie à contraste interférentiel l'aspect de ces neutrophiles exposés ou non à un inhibiteur spécifique de la PI(3)K, la Wortmannin (**Figure 13B**).



Question 16. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. L'activité catalytique de la PI(3)K est plus fortement stimulée par le fMLP dans les neutrophiles qui n'expriment pas Ship1
- B. PTEN diminue la concentration de PtdIns(3,4,5)P₃ à l'équilibre de la réaction qu'il catalyse
- C. La PI(3)K utilise pour son activité catalytique l'énergie libre d'une de ses propres liaisons covalentes
- D. Les neutrophiles, les macrophages et les cellules endothéliales sont capables de phagocytose
- E. La phosphatidylcholine fait partie des phospholipides qui s'accumulent préférentiellement sur le feuillet externe des membranes plasmiques

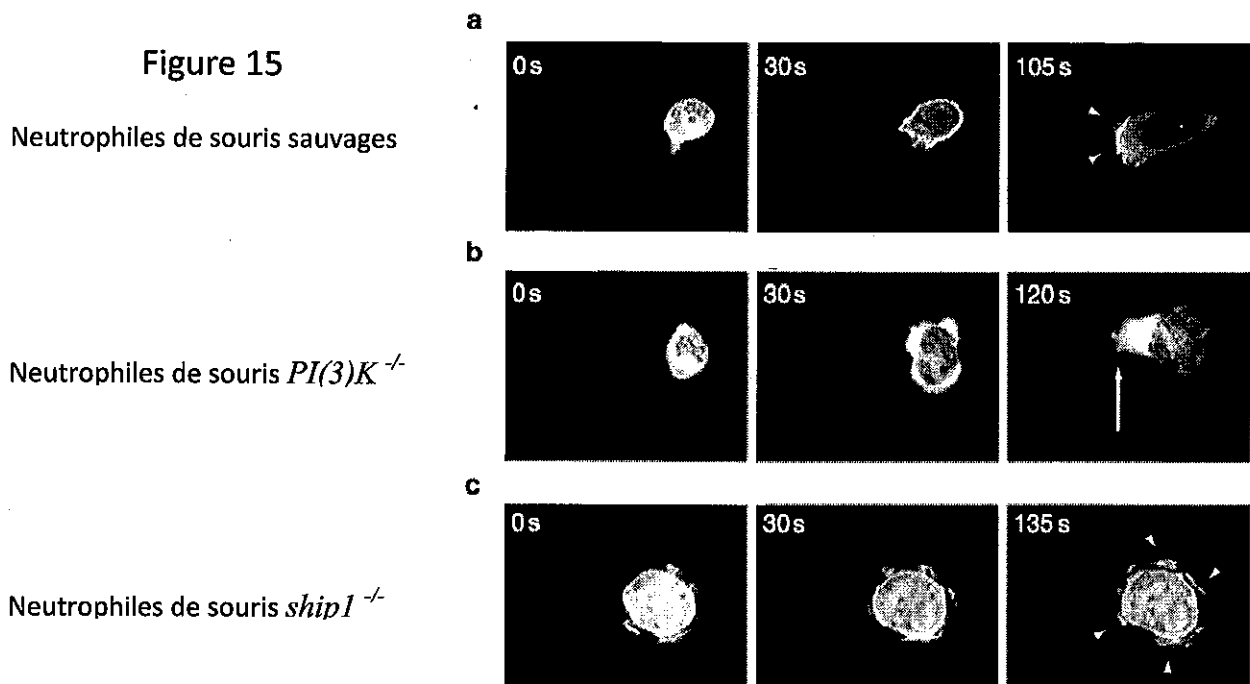
Les chercheurs ont ensuite voulu étudier le rôle de la phosphatase Ship1 sur la localisation des PtdIns(3,4,5)P₃ dans des neutrophiles en réponse au fMLP. Ils ont transfecté des neutrophiles sauvages ou *ship1*^{-/-} avec un plasmide codant pour la protéine recombinante GFP associée à un domaine PH (Plektrine Homology domain). Ils ont vérifié par cytométrie de flux l'expression de cette protéine recombinante dans les neutrophiles (figure 14).



Question 17. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- Les neutrophiles ont été perméabilisés avant de réaliser cette analyse en cytométrie de flux
- Environ 50% des neutrophiles transfectés expriment la protéine GFP-PH
- La localisation subcellulaire de la protéine GFP-PH peut être influencée par l'activité de la PI(3)K
- Les protéines qui possèdent un domaine PH peuvent s'associer à des tyrosines phosphorylées localisées dans des séquences d'acides aminés particulières
- L'absence de Ship1 dans les neutrophiles pourrait affecter la relocalisation subcellulaire des protéines endogènes portant un domaine PH

Les chercheurs ont ensuite analysé par microscopie à fluorescence des neutrophiles provenant de souris sauvages, de souris *PI(3)K*^{-/-} ou de souris *ship1*^{-/-} transfectés avec le plasmide GFP-PH. La figure 15 montre des photographies prises à différents moments après l'addition de fMLP dans le milieu de culture.



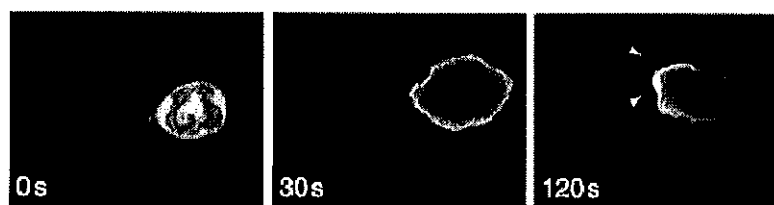
Question 18. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. Comme tous les récepteurs à chimiokines, les récepteurs aux fMLP s'accumulent au niveau de la membrane plasmique en regard de la source de chimiokines
- B. La reconnaissance du fMLP par son récepteur entraîne l'activation de la PI(3)K au voisinage de ce récepteur
- C. La quantité totale de fluorescence diminue dans les neutrophiles de souris sauvages transfectés avec le plasmide GFP-PH exposés au fMLP
- D. En regard des têtes de flèche de la figure 15a de droite (105s), la GTPase Rac favorise la polymérisation des filaments d'actine
- E. Le PtdIns(3,4,5)P₃ s'accumule dans le noyau des neutrophiles de souris *ship1*^{-/-} en réponse au fMLP

Les chercheurs ont enfin analysé dans les mêmes conditions que celles décrites pour la figure 15 des neutrophiles transfectés avec le plasmide GFP-PH provenant de souris invalidées pour le gène *Pten*. Les résultats sont présentés sur la figure 16.

Figure 16

Neutrophiles de souris *Pten*^{-/-}



Question 19. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. Des phosphatases différentes peuvent agir sur le PtdIns(3,4,5)P₃
- B. L'activité de PTEN contrôle la polarisation de la PI(3)K dans les neutrophiles sauvages en réponse au fMLP
- C. L'activité de PTEN contrôle la distribution polarisée des PtdIns(3,4,5)P₃ dans les neutrophiles sauvages en réponse au fMLP
- D. L'activité de *ship1*^{-/-} contrôle la polarisation des PtdIns(3,4,5)P₃ dans les neutrophiles sauvages en réponse au fMLP
- E. L'accumulation polarisée de PtdIns(3,4,5)P₃ entraîne une accumulation locale de myosine

Question 20. En fonction de vos connaissances générales en biologie cellulaire et des résultats présentés jusqu'ici, vous pouvez affirmer que:

- A. Les kinases cellulaires agissent exclusivement sur les protéines
- B. L'énergie utilisée par les myosines pour se déplacer le long des filaments d'actine provient exclusivement de l'activité de l'ATP synthase mitochondriale
- C. Toutes les protéines transmembranaires contiennent au minimum une hélice alpha constituée d'environ 22 acides aminés dont la majorité possèdent une chaîne latérale hydrophobe
- D. Les neutrophiles sont des cellules spécialisées dans la transcytose
- E. Les neutrophiles utilisent des lectines membranaires pour reconnaître des glycoprotéines exprimées sur la membrane plasmique des cellules endothéliales au niveau des tissus infectés par des bactéries

ANNEE D'ETUDES : P.C.E.M. 1

SESSION DE MAI

EPREUVE : BIOLOGIE CELLULAIRE

Date : Jeudi 27 Mai 2010

Heure : de 14h00 à 15h30

Enseignant Responsable : Professeur LEBECQUE Serge

TYPE D'EPREUVE : QCM

Durée de l'épreuve : 1h30

Notation sur : /10

Le fascicule « QUESTIONS » comporte 13 pages, numérotées de la page 1 à 13 (+ une dernière page de couleur rose non numérotée).

Un 2ème fascicule « FIGURES » comportant 3 figures numérotées 4, 5 et 6 - (3 pages au total dont la dernière est de couleur jaune)

Nom du candidat :

Prénom :

Numéro de place :

SIGNATURE

INSTRUCTIONS POUR L'EPREUVE

Usage de la calculatrice non

1. Assurez-vous que votre fascicule est complet : les pages doivent se suivre sans interruption.
2. Ce fascicule devra obligatoirement être rendu avec la grille de réponse à la fin de l'épreuve.
3. Les questions QCM sont à REPONSES MULTIPLES. Chaque question comporte cinq propositions.
4. Vous devez cocher sur la grille de réponse uniquement les propositions exactes de 0 à 5 possibilités par question.
5. Toute marque qui apparaît en dehors des emplacements qui vous sont réservés peut motiver un zéro à votre épreuve.
6. Communications : depuis l'instant où vous aurez reçu votre cahier d'épreuves jusqu'à celui où vous aurez rendu la grille de réponse optique, toute communication est interdite quel qu'en soit le prétexte ou la nature. En cas de besoin, adressez-vous exclusivement aux surveillants présents dans la salle.
7. Vous pouvez conserver le fascicule « figures ».

Attention !

Vos réponses portées sur la grille de réponse QCM seront lues par un procédé optique qui implique obligatoirement que les cases correspondantes soient franchement et entièrement noircies et non pas seulement très légèrement ou partiellement crayonnées.

