

sur le cortex, comme les autres cellules. Pourtant, il se rapproche bien d'un bord. Comment ? C'est ce que j'ai voulu comprendre en m'intéressant à ce cas extrême de division asymétrique, chez la souris.

Si les ovocytes ne présentent pas de microtubules astraux, on sait depuis longtemps que, dans ces cellules, le positionnement du fuseau dépend d'une autre protéine, l'actine, capable de s'organiser en filaments. L'actine forme un « superfuseau », une sorte de cage faite de filaments qui entourent le fuseau.

Lorsque je commence cette thèse, on vient de découvrir que les ovocytes ne durcissent pas, mais, au contraire, se ramollissent pendant leur division. Une question se pose donc : qu'est-ce qui permet au fuseau de se positionner en périphérie de la cellule ? Par ailleurs, Jessica Azoury, une ancienne doctorante, a découvert qu'au moment de la division de l'ovocyte, une couche très épaisse d'actine se forme sous le cortex de la cellule, ce qui suggère un cortex durci, l'actine étant une protéine capable d'engendrer de la tension. Comment le cortex se ramollit-il donc ? C'est sur cette question que Marie-Émilie me propose de me pencher, en juillet 2010, par téléphone, car je suis alors en vacances dans le sud-ouest de la France. Je suis tout de suite emballée par le projet.

La première chose à faire, quand il s'agit de forces, c'est d'en parler avec un physicien. « Mes » physiciens, ceux avec qui j'ai travaillé, sont Cécile Sykes et Clément Campillo, de l'institut Curie, à Paris. Ils se sont intéressés au projet et nous avons décidé de collaborer. Pour cela, nous avons observé des ovocytes ayant une couche de filaments d'actine au cortex, et d'autres qui n'en présentaient pas. Jessica a constaté que cette couche dépendait d'une protéine nommée mos : dans des ovocytes issus de souris mutantes dépourvues de cette protéine, la couche d'actine ne se forme pas. Le fuseau reste alors au centre et les ovocytes se divisent de façon symétrique.

À l'institut Curie, Clément et moi avons passé des heures dans une pièce sombre à mesurer la tension du cortex d'ovocytes normaux et d'ovocytes dénués de cette couche d'actine. Pour effectuer cette mesure, nous aspirons les ovocytes

dans une micropipette : la façon dont ils se déforment lors de cette aspiration permet de calculer la tension (voir l'encadré page ci-contre).

Surprise : ce sont bien les ovocytes ayant le plus d'actine qui sont les plus mous. Comment est-ce possible ? En réalité, l'actine engendre une tension quand elle est associée à une autre protéine, la myosine-II. Cette dernière forme de petits filaments qui peuvent s'accrocher à l'actine, tirer dessus et créer ainsi des forces, comme celles que produisent les muscles.

J'ai donc décidé de regarder ce qu'il advenait de la myosine-II pendant le ramollissement de la cellule. Dans une cellule normale, quand la cellule durcit au début de la division, la myosine-II est recrutée au cortex, où il y a un peu d'actine, et c'est cela qui permet à la cellule de durcir. Pour observer ce qui se passe, j'injecte une sonde fluorescente spécifique de la myosine-II dans l'ovocyte (cette technique délicate consiste à planter une pipette très fine dans la cellule sans la tuer), puis je filme l'ovocyte grâce à un microscope qui détecte la fluorescence. Et là, je constate que le ramollissement de l'ovocyte est concomitant à un retrait de la myosine-II du cortex.

Il me faut maintenant comprendre pourquoi la myosine-II s'en va.

Remonter la piste de la protéine mos

Comme nous l'avons vu, la protéine mos, qui est synthétisée quand la division commence, est nécessaire à la présence et à l'épaississement de l'actine au cortex. Mais est-elle suffisante ? Pour le savoir, j'injecte mos dans un ovocyte qui n'a pas entamé sa division et constate que cette injection suffit pour créer une couche d'actine au cortex de la cellule et chasser la myosine-II de celui-ci. La présence de mos est donc nécessaire et suffisante pour former la couche d'actine. Je montre aussi que, chez des souris mutantes qui n'expriment pas mos, on trouve de la myosine-II dans le cortex. Par conséquent, lorsque mos est présente, il y a de l'actine et il n'y a pas de myosine-II. Il me reste à chercher s'il existe un lien entre la présence de l'actine et l'absence de la myosine-II,

L'AUTEURE



Agathe CHAIGNE est chercheuse postdoctorale au MRC-Laboratory for molecular cell biology, au

University College London. Elle a été lauréate en 2015 du prix *Le Monde* de la recherche universitaire.

Cet article est adapté du chapitre « Mécanique de la cellule et œuf mollet » d'Agathe Chaigne paru dans l'ouvrage *Cédric Villani présente les lauréats du prix Le Monde de la recherche*, Le Pommier, 2016.

Chercher
la protéine qui contrôle
la protéine qui contrôle
la protéine qui fait
que c'est mou