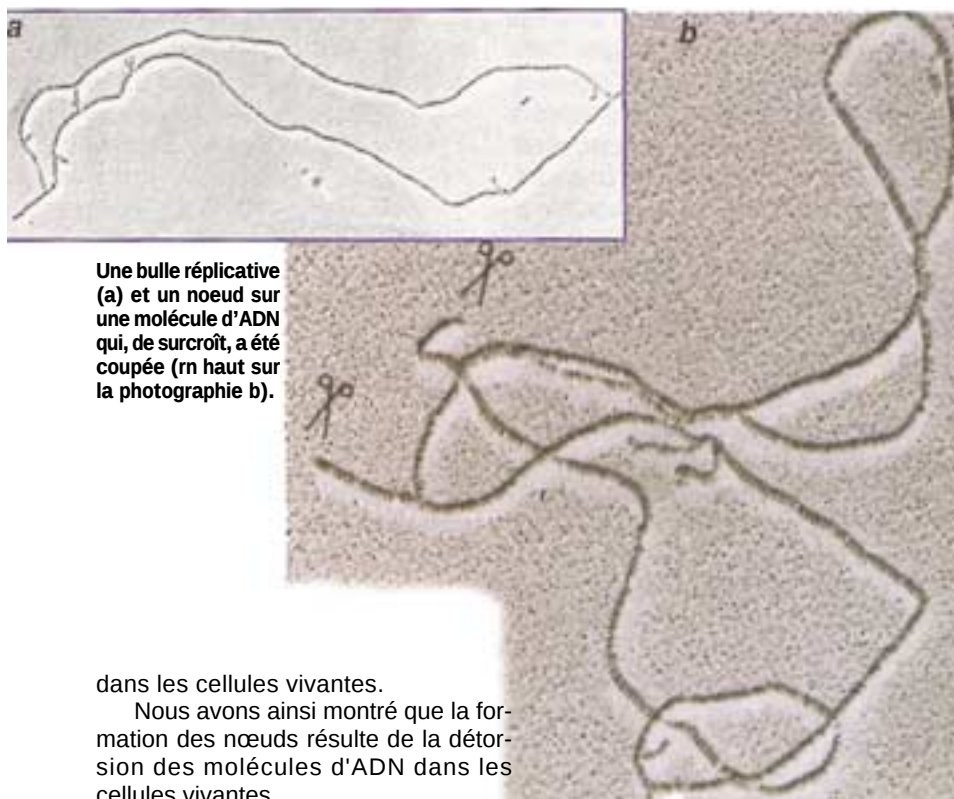


rés par la technique d'électrophorèse sur gel (on dépose les molécules sur un gel et l'on applique un champ électrique, qui force la migration des molécules).

Nous avons alors observé une bande qui correspondait à des bulles de réplication non nouées. Cette bande était accompagnée de bandes satellites, moins nettes, composées de bulles de réplication qui portaient des nœuds de divers types.

Nous avons initialement étudié ces nœuds par microscopie électronique, mais, Comme l'ADN est une molécule très fine, leur observation directe ne permettait pas de voir correctement les croisements. Une autre méthode, indirecte, s'imposait : nous avons recouvert l'ADN d'une protéine, la protéine ReCA, afin de l'épaissir et de raidir les filaments d'ADN.

Ainsi nous avons réussi à observer les nœuds (voir la figure b) et à analyser les bulles de réplication : tous les nœuds sont de simples nœuds de trèfle, de même «chiralité» (un objet est chiral quand il se distingue de son image dans un miroir, comme une main gauche et une main droite). Quand des nœuds de ce type se forment par un procédé aléatoire, il en existe autant de chaque chiralité. Si l'on n'observe que des nœuds d'un seul type, c'est que leur mode de formation n'est pas aléatoire



Une bulle répllicative (a) et un nœud sur une molécule d'ADN qui, de surcroît, a été coupée (rn haut sur la photographie b).

dans les cellules vivantes.

Nous avons ainsi montré que la formation des nœuds résulte de la déformation des molécules d'ADN dans les cellules vivantes.

Pourquoi tous ces efforts ? La compréhension de la structure tridimensionnelle de l'ADN est importante en biologie et en médecine, parce que les inhibiteurs des enzymes topoisomérases sont utilisées pour bloquer la prolifération des cellules cancéreuses. Comprenant les mécanismes pathogènes de la réplication, nous pourrions chercher de nouveaux moyens de bloquer la réplication de l'ADN dans

les cellules cancéreuses ou dans les bactéries pathogènes.

J. SCHVARTZMAN, CIB-CSIC, Madrid,
J. SOGO, École polytechnique de Zurich
A. STASIAK, Université de Lausanne

Entre l'arbre et l'écorce

Contorsions d'une plaque entre deux supports rigides.

Les œuvres d'Edgar Poe regorgent de situations terrifiantes créées par des mécanismes diaboliques. Ainsi, dans *Le puits et le pendule*, les murs d'une cellule se rapprochent-ils inexorablement d'un prisonnier, le menaçant d'écrasement. Pour celui-ci, l'issue serait à coup sûr fatale, si les armées révolutionnaires n'intervenaient pas. Qu'en serait-il pour une plaque ainsi comprimée ?

Les plaques dévoilent de surprenantes capacités d'adaptation à l'écrasement. En se déformant, elles évitent de passer du régime élastique (la plaque reprend sa forme initiale après qu'on a supprimé la contrainte) au régime plastique (la déformation est définitive) ; quand les contraintes élastiques sont supprimées, les plaques

reprennent spontanément leur forme initiale.

L'adaptation des plaques se traduit par leur déformation, et l'analyse de cette adaptation est aujourd'hui élucidée. Bien que la loi de Hooke de l'élasticité linéaire (la déformation est proportionnelle à la contrainte) reste valable en tout point de la plaque, elle est mise en défaut pour la réaction de la plaque sur les murs : celle-ci est fortement non linéaire.

Pour observer ce phénomène, posons une feuille de papier sur un support plan. Plissons-la légèrement en rapprochant deux bords opposés de cinq pour cent environ. Collons ceux-ci sur le support afin de maintenir le plissement, puis écrasons la feuille lentement à l'aide d'une plaque rigide. Le contact se fait d'abord suivant une ligne, puis selon un plan, jusqu'à ce qu'un flambage engendre un petit pli de courbure inversée. Écrasons davantage : le petit pli grossit, son sommet descendant vers la plaque inférieure, qu'il finit par toucher,

formant alors deux plis complets. La même évolution se répète ensuite pour chacun des deux plis formés.

Quelle force doit-on appliquer pour obtenir ces déformations ? Si la feuille était un ressort, sa réaction sur l'étau qui l'enserme augmenterait avec l'écrasement. Toutefois nos mesures montrent que cette intuition est erronée : la force croît et décroît alternativement au cours de l'écrasement. La réaction augmente, en moyenne, comme l'inverse du cube de la hauteur du pli, soit bien plus qu'un ressort, et avec des variations considérables, la force s'annulant même entre chaque flambement. Les accroissements de la réaction sur la plaque et le support correspondent à un comportement type ressort, et les diminutions à un comportement type «anti-ressort» : comme quand un matériau fragile se rompt, la réaction diminue ici avec l'écrasement.

Revenons au début de l'écrasement : lorsque le petit pli né d'un flambement vient