



Cérémonie du 29 mai 2018

Allocution de Francis-André Wollman
La photosynthèse, une histoire d'évolution, de bioénergétique et de
communication intracellulaire

Élu dans la section de Biologie intégrative

Messieurs les président et vice-président de l'Académie des sciences, Mesdames les secrétaires perpétuels, Chères consœurs, Chers Confrères, Collègues et amis,

Il y a environ 2.4 milliards d'années la terre a connu les débuts d'une grande oxygénation qui a permis d'atteindre, 800 millions d'années plus tard, notre atmosphère actuelle qui comporte 21% d'oxygène. A l'origine de cette transition, il y a la photosynthèse oxygénique qui était apparue discrètement il y a 3 milliards d'années chez certaines bactéries. Elle se traduit par la fixation nette du carbone atmosphérique sous forme de sucre, en arrachant sous l'effet de la lumière des électrons à l'eau, ce qui libère de l'oxygène. La phototrophie qui en résulte, c'est-à-dire cette capacité à vivre et se nourrir de lumière et d'eau est à la source de toute la chaîne alimentaire du monde vivant.

En 1975, au tout début de mes recherches en photosynthèse, Primo Lévi publia un magnifique ouvrage « Le système périodique », composé d'un ensemble de nouvelles qui puisent leur inspiration dans le tableau de Mendeleïev. Dans le chapitre consacré au carbone, Primo Levi évoque la photosynthèse d'une façon tout à fait saisissante : « *Cet évènement décisif, ce fulgurant travail à trois - de l'anhydride carbonique, de la lumière et du vert végétal... a été inventé il y a deux ou trois milliards d'années par nos sœurs silencieuses, les plantessi comprendre c'est se faire une image, nous ne nous ferons jamais une image d'un happening à l'échelle du millionième de millimètre, dont le rythme est le millionième de seconde et dont les acteurs, par leur essence même sont invisibles* ». Et pourtant, tout comme le travail de la génération précédente avait élucidé l'essentiel des mécanismes moléculaires de l'hérédité bien que Niels Bohr ait évoqué l'existence éventuelle d'un principe d'incertitude dans la connaissance du vivant dans sa fameuse conférence «la lumière et la vie» en 1932, ce qui semblait totalement hors d'atteinte à Primo Levi a été dans une très large mesure résolu en



une seule génération. Nous avons aujourd'hui une connaissance tridimensionnelle à l'échelle atomique de chacune des protéines de la photosynthèse. Et c'est en combinant, génétique, biochimie et biophysique que j'ai apporté ma petite contribution à cet édifice.

Dans sa propre conférence sur la lumière et la vie données à Cologne en 1976, Max Delbrück se demandait pourquoi la vie terrestre n'avait utilisé que si peu de molécules, comme les chlorophylles, pour faire de la photochimie. La difficulté réside sans doute dans la variabilité de l'éclairement à la surface du globe. Une molécule de chlorophylle isolée ne peut pas absorber assez de photons par seconde pour alimenter la photosynthèse. Il faut en grouper quelques centaines pour que leur excitation partagée déclenche à une fréquence suffisante un évènement photochimique. Tout ça est bel et bon la plupart du temps mais en plein soleil, ces antennes chlorophylliennes deviennent trop efficaces, et les plantes et les algues reçoivent un excès d'énergie excitonique qui génère un dangereux cocktail moléculaire en présence d'oxygène, qui produit des mutations dans l'ADN, inactive les enzymes et perfore les membranes cellulaires. Les plantes et algues ont donc mis en place d'élégants mécanismes de photoprotection et l'une de mes grandes satisfactions fut de comprendre certains de ces mécanismes qui engagent des déplacements et réorganisations rapides des antennes chlorophylliennes. Mon autre intérêt majeur fut pour l'endosymbiose qui a permis il y a un peu plus d'un milliard d'années, le transfert de la photosynthèse oxygénique des cyanobactéries à des protistes puis aux végétaux. Cet évènement est fascinant puisqu'on est passé d'une situation où tous les gènes de la photosynthèse étaient réunis sur un seul et même chromosome bactérien à un système invraisemblablement compliqué où ces gènes sont dispersés entre deux compartiments très différents de la même cellule eucaryote. Les protéines de la photosynthèse deviennent alors de véritables mosaïques génétiques : elles comportent chacune plusieurs sous-unités codées pour certaines par des gènes du chloroplaste à raison de 100 à 10 000 copies par cellule, pour d'autres par des gènes du noyau présents en quelques copies seulement. Un tel déséquilibre de copies géniques permet pourtant la production et l'assemblage des produits polypeptidiques en quantité semblable car, comme nous l'avons montré, le noyau envoie des protéines spécialisées qui prennent en charge l'expression de chaque gène dans le chloroplaste. Ainsi le noyau conserve-t-il la prééminence dans l'expression génétique de toute la photosynthèse. Puis, et ce fut une des grandes aventures de ma vie de chercheur, nous avons découvert que certains des polypeptides codés par un gène du chloroplaste sont capables de freiner leur propre traduction pour ajuster leur production à celle de leurs partenaires d'assemblage.



Toutes ces recherches ont été le résultat d'un partage d'idées et d'expériences avec d'autres collègues dont la singularité intellectuelle et les compétences très différentes m'ont permis d'explorer des routes que je n'aurai pas pu parcourir seul. Le laboratoire est le lieu magnifique de cette dimension collective du travail de recherche. Le laboratoire c'est aussi le lieu emblématique de la recherche publique, dont l'Académie des sciences est l'expression historique comme Samuel de Sorbière l'a définie en 1663 : « *Il n'y a que les rois et les riches souverains, ou quelques sages et péculieuses républiques qui puissent entreprendre de dresser une Académie physique où tout se passe en continuelles expériences. Il faut bâtir des lieux tout exprès... il faut un fond considérable pour les autres dépenses* ». C'est là une belle adresse dont l'actualité ne s'est jamais démentie, comme il y a quelques années encore, alors que pouvoirs publics et classe politique toute entière semblaient avoir perdu de l'intérêt pour le développement des connaissances. Et l'Académie des sciences, à travers l'action courageuse de son Président et son Vice-Président d'alors, Etienne-Emile Baulieu et Edouard Brézin, a su être aux côtés de tous nos laboratoires pour sauver la recherche et obtenir que la Nation remette la Science au coeur de ses préoccupations.

Mes derniers mots seront pour évoquer la mémoire de trois chercheurs, mes grands-parents et mon père. Eugène et Elizabeth Wollman, arrêtés par la police française en 1943 puis assassinés à Auschwitz-Birkenau, avaient produit des études séminales sur les bactériophages qui furent déterminantes pour la compréhension de la lysogénie. Leur fils, Elie Wollman, a mis en évidence une sexualité des bactéries, qui a contribué à fonder toute la génétique bactérienne contemporaine. On l'aura compris, à l'aune de leurs découvertes, le regard que je porte sur mes propres travaux m'incite à beaucoup de modestie.