

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon
Palais Saint-Jean, 4, avenue Adolphe Max 69005 Lyon

Compte rendu de la séance académique du mardi 20 janvier 2026

Le président, Christian Gaillard, ouvre la séance à 14 h 30.

Il présente les excuses de nos confrères : Christian BANGE, Guy CHANFRAY, Jean-Claude DECOURT, Jean-François DUCHAMP, Christian DUMAS, Jacques FAYETTE, Jacques HOCHMANN, Philippe LEBRETON, Philippe MIKAELOFF, Bruno PERMEZEL, Claude PRUDHOMME et Marguerite YON.

Il fait ensuite plusieurs annonces :

- La visite de l'exposition « Étretat par-delà les falaises » au Musée des Beaux-Arts de Lyon organisée pour les académiciens le mercredi 28 janvier, est complète.
- Il y aura une réunion du bureau de l'académie ce jour à 16 h 15.

Notre confrère Laurent Thirouin lit le compte rendu de la séance publique du 13 janvier.

Le président présente ensuite Chantal Andraud qui va présenter son discours de réception intitulé « *Quand la lumière met les molécules en communication* ». Recrutée chargée de recherche CNRS au ‘ Laboratoire de chimie physique des matériaux ‘ à Meudon, elle a ensuite intégré le Laboratoire de Chimie de l'ENS de Lyon dont elle a été la directrice de 2011 à 2020. Elle est aujourd’hui directrice de recherche classe exceptionnelle émérite dans ce laboratoire. Ses compétences scientifiques associent chimie moléculaire, science des matériaux et photonique. Outre ses nombreuses publications et supervisions de doctorants, Christian Gaillard souligne sa forte implication dans l'accompagnement de lycéens, étudiants et jeunes chercheurs.

Chantal Andraud remercie le président et les membres de l'académie pour leur accueil.

Elle précise que son savoir-faire scientifique est l'interaction entre les molécules et la lumière et qu'elle va nous présenter différentes applications qui utilisent la communication entre les molécules.

Le phénomène de communication entre molécules dont elle va parler aujourd’hui est un transfert d'énergie modélisé théoriquement par le physico-chimiste allemand Théodor Förster et intitulé FRET (Förster Resonance Energy Transfer). Pour que ce transfert d'énergie soit efficace, il faut bien sûr que l'émission de la molécule ‘donneuse d'énergie’ soit dans le même domaine spectral que l'absorption de la molécule ‘acceptrice d'énergie’. En outre, pour que la transmission de l'énergie soit efficace, la distance entre les deux molécules doit être petite et elles doivent être bien orientées l'une par rapport à l'autre. Cette théorie FRET s'applique parfaitement à la photosynthèse et décrit ainsi le transfert de l'énergie lumineuse absorbée par la chlorophylle aux différents pigments jusqu'à atteindre les centres réactionnels qui fixent le CO₂ et permettent la synthèse de glucides et la libération d'oxygène.

Parmi les applications utilisant le FRET, Chantal Andraud décrit :

- Le cas de la culture de microalgues par photosynthèse dans des photobioréacteurs par l'entreprise Microphyt ; ceci pour la production et la commercialisation de compléments alimentaires et de cosmétiques.

- Les écrans de smartphone récents (utilisant la technique AMOLED). Ils sont constitués de diodes électroluminescentes organiques dans lesquelles chaque sous-pixel (rouge, vert, bleu) est équipé d'une couche d'une molécule 'donneuse' optimisée pour lui transférer son énergie le plus efficacement possible (rendement de l'ordre de 98%), ce qui permet un contrôle précis de la couleur.
- L'étude des protéines en biologie : en marquant des protéines par des molécules fluorescentes émettant dans le bleu ou le jaune et capables d'interagir via le FRET, on peut regarder la distance qui les sépare ou leur conformation.

D'autres applications en cours d'études sont :

- La détection et la quantification du SARS-CoV-2 via la capacité de sa protéine nucléocapside à former un complexe avec deux anticorps auxquels a été greffée une molécule 'donneuse' à l'un et une molécule fluorescente 'accepitrice' à l'autre.
- La détection et la quantification de l'antigène spécifique de la prostate (PSA) via sa capacité à se complexifier avec deux anticorps : l'anticorps de capture auquel a été greffée une molécule 'donneuse' et l'anticorps de détection auquel a été greffé un quantum dot fluorescent 'accepteur'.
- Une photothérapie combinant photothérapie dynamique et thermothérapie : des chromophores photosensibilisateurs sont directement injectés dans les cellules cancéreuses de souris et, excités à une certaine longueur d'onde, peuvent générer à la fois de l'oxygène singulet (photothérapie dynamique) et, via le FRET, de la chaleur (thermothérapie) ; une réduction du poids de la tumeur a ainsi été mesurée *in vivo* chez la souris.

En conclusion de son exposé, Chantal Andraud espère nous avoir convaincus de l'intérêt de ce phénomène de FRET qui a permis d'interpréter le processus de photosynthèse, vieux de plusieurs milliards d'années, et qui est toujours d'actualité avec nombre d'applications en technologie, biologie et thérapie.

Le président remercie chaleureusement la conférencière de ce discours de réception et demande à notre confrère Alain Cozonne d'apporter une réponse académique.

Alain Cozonne, après avoir félicité Chantal Andraud pour la clarté de sa conférence, alors qu'il n'est pas facile de présenter ce type de sujet scientifique, propose de faire deux commentaires. Un premier sur l'énergie, pour laquelle il y a deux possibilités d'utilisation : le transfert d'énergie et la transformation d'énergie. Un deuxième sur la recherche fondamentale qui est à la base de toutes les véritables ruptures ; plutôt que d'opposer recherche fondamentale et recherche appliquée, il serait donc préférable de parler de 'recherche' et des 'applications de la recherche'.

L'horaire le permettant, le président propose alors une courte **discussion académique** :

Question de Joseph Remillieux : Comment injectez-vous les photons pour des tumeurs profondes ?
Réponse : par fibre optique.

Question de Michel Lagarde : Dans les applications de la photosynthèse, si l'on bloquait le transfert des protons + électrons produits à la molécule réceptrice NADP, on produirait de l'hydrogène moléculaire simplement à partir de photons. Connaissez-vous des équipes travaillant sur un tel projet ?
Réponse : Ce serait effectivement intéressant et je vais demander si cette application est en cours de recherche.

Question de Jean Agnès : Dans la technologie des écrans de smartphones, de façon générale, pourrait-on se passer des terres rares à l'avenir ?

Réponse : Oui, c'est le but, en utilisant des molécules organiques qui ont un bon rendement.

Question de Dominique Gonnet : Pourquoi la technique d'analyse du PSA n'est-elle pas applicable aux autres cancers ?

Réponse : Cette technique, à l'état d'étude, est théoriquement possible dès que l'on peut utiliser une goutte de sang sur une bandelette et dès que la molécule recherchée est dans le sang.

Remarque de Paul Perrin : Le PSA n'est pas spécifique du cancer de la prostate ; l'adénome ou l'infection de la prostate peuvent aussi augmenter le taux de PSA et certains cancers sont à PSA nul. Donc c'est bien de quantifier le taux de PSA mais cela n'empêche pas un examen par un bon docteur.

Question de Christian Gaillard : La société Microphyt travaille-t-elle avec une ou plusieurs variétés d'algues unicellulaires ?

Réponse : Elle sélectionne plusieurs souches de microalgues par ce phénomène de FRET.

Questions de François Renaud : 1 - Que peut-on espérer de mieux avec de tels dosages biologiques via ces nouvelles méthodes ? 2 - Y a-t-il eu des études sur la recherche de la protéine Tau de l'Alzheimer ?

Réponses : 1 - Dans le cas du dosage de PSA par une goutte de sang sur une bandelette, le coût sera moindre. 2 - Pas d'étude à ma connaissance dans le cas d'Alzheimer mais j'en ai vu concernant Parkinson.

Remarque de Jean-Daniel Grange : Merci beaucoup pour cet exposé très clair et facile à comprendre pour un médecin. Je voudrais signaler qu'en ophtalmologie nous traitons des tumeurs purement vasculaires par la photothérapie dynamique et que nous parvenons aussi à des régressions tumorales de rétinoblastomes par thermo-chimiothérapie.

Le président remet ensuite le diplôme et la médaille de l'Académie à Chantal Andraud ainsi que le règlement intérieur. Après avoir renouvelé ses remerciements à notre nouvelle consœur et après de nouveaux applaudissements nourris, le président lève la séance à 16 h.

Marie-France JOUBERT,
Secrétaire générale adjointe de la classe des sciences.