

Présentation du Prix François Sommer Homme Nature

Après que Philippe Dulac nous ait exposé avec conviction le "pourquoi" du Prix François Sommer Homme Nature, je vais introduire le "comment". Mais avant, je me permets de saluer les membres du jury qui, à leur grand regret, n'ont pu être présents mais suivent la cérémonie en direct par Youtube.

Ce prix entend contribuer à un rapport adaptatif optimum entre l'Homme et la nature dans une interaction harmonieuse pour composer un nouveau " *Poème du Monde* " locution que les Anciens utilisaient pour désigner le résultat harmonieux de l'interaction entre l'être humain et son environnement.

La question de nos origines et de l'évolution des hominines dévoile la force qu'ont exercée la démographie, la mutation génétique et la sélection culturelle. L'évolution aurait pu emprunter quantité d'autres chemins qui auraient conduit à l'absence d'humanité. En la matière, la différence est parfois étroite entre échec et succès. " *Nous sommes les seuls survivants* – affirme le paléoanthropologue, Chris Stringer, membre de la Royal Society – *de ce qui fut une longue série d'expériences pour devenir humain qui se sont succédées au cours de l'évolution.* ", en ce sens, nous serions des survivants pour combien de temps ? La route menant à l'Homme moderne ressemble à un buisson dont une seule branche serait restée vivante.

Les crises que nous vivons sont des avatars d'un processus de métamorphose de l'humanité qui induit un profond changement de tous les cadres de pensée, des actions et inactions nécessaires pour répondre aux enjeux fondamentaux en sachant appréhender la complexité de la situation pour agir opportunément.

Les certitudes et les schémas usuels de pensée doivent faire l'objet d'un questionnement en étant prêt à déconstruire des représentations pour mieux en construire de nouvelles en phase avec le présent et l'avenir. L'incertitude et la contradiction ont fait irruption dans la physique quantique : " *Les contraires ne sont pas contradictoires, mais complémentaires.*" a dit Niels Bohr, prix Nobel de physique en 1922, reconnaissant l'acceptation d'une contradiction par la rationalité scientifique. Certains aspects fondamentaux de la réalité microphysique n'obéissent pas à la logique déduction-identitaire. La connaissance n'est pas réductible à une appréhension cloisonnée imperméable et à court-terme. Elle doit constamment se ressourcer dans l'exploration de domaines d'activités et de raisonnements autres que les siens, qui permettent de penser différemment.

L'insertion d'*Homo sapiens* dans l'enchaînement des causalités naturelles et la modification qu'il apporte aux composants ont permis sa survie et la maîtrise progressive de son destin jusqu'à sa version moderne actuelle. Ses capacités cognitives, lui donnant des avantages sélectifs, ont façonné son succès évolutif par l'acquisition de connaissances en progression constante devenant science. Toutefois, ses capacités cognitives ont été insuffisantes face au défi de la complexité des systèmes pour que l'écart entre les effets voulus et la totalité indénombrable des conséquences de l'action soit contrôlable. La présence humaine est plus manifeste et plus problématique qu'elle ne l'a jamais été dans sa relation à la nature, tant pour le vivant que le non-vivant.

Les réponses que donne la science ne sont pas crédibles parce qu'elles sont définitives mais elles sont les meilleures dont on dispose à un instant donné de notre savoir dans un processus en révision perpétuelle de découvertes sans fin parsemé d'incomplétude et d'incertitude avec des ouvertures inattendues sur de nouvelles perspectives modifiant les chemins de la connaissance. Un de ses principaux objectifs est d'abord de comprendre la nature par le jeu bien réglé des constituants élémentaires, en interaction depuis le niveau le plus fondamental, la relation entre les atomes constituant les molécules jusqu'à l'émergence de l'être vivant ou de l'objet non-vivant dont chaque étape d'émergence constitue une nouvelle échelle s'intégrant dans une relation de niveaux de systèmes. Ensuite, il s'agit d'apprendre à les contrôler. Le vivant - comme le non-vivant - s'auto-construit par des mécanismes chimiques avec l'aide d'un flux continu de matières premières, d'énergie et, dans la plupart des cas, avec des catalyseurs.

La présence humaine est plus manifeste et plus problématique qu'elle ne l'a jamais été dans sa relation à la nature, tant pour le vivant que le non-vivant. L'harmonie entre l'empreinte écologique et la bio-capacité de la planète se rompt en creusant un profond déficit. L'être humain commence à prendre conscience du fait que les ressources et la résistance écologiques de la terre ne sont pas infinies. Aujourd'hui, s'offre à nous la possibilité de reconnaître enfin la Terre comme une réalité sensible et cela, du fait même que nous en comprenons mieux la réalité factuelle à travers les connaissances acquises par les sciences.

En raison de l'interaction de son rapport adaptatif à la nature pour tenter d'assumer son avenir, l'entendement d'un monde complexe par *Homo sapiens* est de plus en plus difficile pour répondre à l'angoisse existentielle inhérente à la nature pensante. Ce déficit de connaissances nécessite d'avoir conscience de son ignorance pour savoir poser des questions suffisamment pertinentes afin d'obtenir les meilleures réponses possibles et d'exister positivement grâce à la ressource d'inventer des solutions nouvelles soutenables. Un changement radical peut être apporté par un nouveau prisme qui semble se mettre en place en se structurant autour des notions de vie et de complexité. Il est porté par la rencontre entre le développement des sciences de la vie, de la nature et de la matière et la transformation de la personnalité et des vécus d'une partie des humains.

Pour garantir la qualité du **Prix François Sommer Homme Nature** et en réussir l'attribution, un jury d'excellence multidisciplinaire a été constitué : le Professeur Yves Coppens, le Professeur Pierre Corvol, Monsieur Renaud Denoix de Saint Marc, le Professeur Christian Dumas, le Professeur André-Laurent Parodi, le Professeur Clément Sanchez. Nous avons beaucoup d'échanges. Nous entendons souvent cette remarque : " Les dossiers sont de très grande qualité, ce qui est tout à l'honneur du Prix. Le choix, est comme chaque fois, très difficile à arrêter. " Cette exigence de qualité des dossiers de candidature a été remarquée dans le monde scientifique, par exemple, lors du dernier prix en **2018**. Simultanément le jury du **prix Nobel de Chimie** et celui du **Prix François Sommer Homme Nature** ont récompensé d'importants travaux sur les bactériophages qui jouent un rôle écosystémique fondamental sur Terre. Les membres du jury apportent leur contribution dans l'esprit du précepte d'Emile Duclaux " *L'éthique de la connaissance et les pratiques du savoir imposent une responsabilité sociale* ". Ils ont prouvé leur haut niveau de compétence toute leur vie et je les remercie vivement d'apporter leur contribution à l'intérêt général. Permettez-moi de rendre hommage à un membre du jury décédé récemment, le Professeur Yves Pouliquen, connu comme l'un des grands spécialistes mondiaux en ophtalmologie, membre de l'Académie Nationale de Médecine et de l'Académie française où il a perpétué la lignée des grands médecins humanistes présents sous la Coupole.

Le Prix François Sommer Homme Nature est ouvert à toute personne ou groupement de personnes doté de la personnalité morale ressortissant de l'un des états membre de l'Union Européenne. Il récompense une ou plusieurs personnes dont les inventions, découvertes et améliorations dans les différents domaines de la connaissance contribuent d'une manière remarquable et dans l'intérêt général au développement soutenable à long terme de l'ensemble des composants naturels de la Terre et des phénomènes et interactions nécessaires à leur évolution dans une complexité dynamique. La notion de temps est, en effet, un paramètre important prenant en compte une finalité de " prospérer à long terme " sur Terre. Le champ couvert englobe tous les secteurs d'activité humaine aidant l'homme à trouver sa place dans l'organisation de la nature. Il doit à cet effet se situer dans une approche systémique et autant que possible multidisciplinaire pouvant allier les sciences de la matière, les sciences de la vie, les sciences humaines sans négliger la création artistique et s'ouvrir à la dimension planétaire.

La recherche des candidats est placée sous la responsabilité opérationnelle de l'animateur du Prix. Les candidatures sont exclusivement repérées sur les grands enjeux de la relation de l'Homme à la Nature. Les candidatures spontanées sont admises. A partir des grands enjeux de nos sociétés, le repérage se fait par "*peer reviewing*" (évaluation par les pairs) en liaison avec des réseaux du plus haut niveau, en France et à l'étranger : académies, Prix Nobel, Albert Lasker Awards, Médailles Fields, organismes de recherches, les meilleurs universités dans le classement de Shanghai et celui de Times Higher Education World University Rankings, panel de responsables R & D de l'industrie innovatrice performante, panel de *venture capitalists* et par la bibliométrie quantitative dans les revues obtenant l' "*Impact Factor*" (IF) le plus élevé répertorié dans le *Journal Citation Reports (JCR)*.

Avant que leur dossier soit présenté au jury, la sélection des candidats fait l'objet d'une très rigoureuse évaluation durant une longue période : entretiens, titres, œuvres, références et visite si nécessaire de leurs réalisations.

Je remercie Agnès Weinberger de son efficace contribution à l'ensemble d'un immense travail, remerciement auquel tous les intervenants des réseaux s'associent.

La présentation du concept du prix vous a permis de savoir qu'il doit contribuer à une interaction adaptative optimum entre l'Homme et la Nature pour composer un nouveau : "*Poème du Monde*". Pline a écrit : "*On raconte que ce fut Anaximandre de Milet qui le premier ouvrit les portes de la nature.*" Anaximandre né voici vingt-six siècles dans la cité grecque de Milet en Anatolie. Il est en effet le premier à avoir traqué les causes des phénomènes naturels dans la nature elle-même et surtout il n'hésita pas à remettre en doute ce que tous les hommes de son temps croyaient vrai. Originalité de pensée comme plus tard, entre autres, chez Newton, Galilée, Einstein, la physique quantiques, la biologie moléculaire...

Je laisse la parole à Philippe Dulac qui va annoncer le nom du lauréat.

Yves le Floc'h Soye

...../.....

Présentation du lauréat du Prix François Sommer Homme Nature 2020 : Marc-André Selosse

" *C'est une triste chose de songer que la nature parle et que le genre humain n'écoute pas.* " avait dit Victor Hugo, mais ce ne fut pas le cas de Marc-André Selosse qui dès l'âge de 13 ans, **s'est** passionné pour les champignons et leur identification et a déjà rejoint le Muséum tant pour assister aux séances de la Société Mycologique de France, tous les lundis soirs, que chaque automne pour aider au " Salon du Champignon ", portant les assiettes et réalisant les identifications les plus simples. Biologiste dans l'âme, il voulait devenir chercheur. Le Muséum était alors pour lui un lieu de science fascinant, ou il n'osait espérer travailler un jour. En effet, il avait compris qu'au Muséum l'on se consacrait à mieux comprendre la nature dans toutes ses dimensions et œuvrait pour le futur de notre planète. Ainsi, par la suite, et notamment lors de ses vacances d'été à Belle-Isle-en-Mer, ses centres d'intérêt naturalistes se sont élargis aux plantes à fleurs puis aux algues marines et aux lichens.

Les plantes dominant l'environnement terrestre et forment 90% de sa biomasse

L'Homme vit à leur côté depuis son émergence sur terre mais commence seulement à les entrevoir. Sans elles *Homo sapiens* ne tarderait pas à s'éteindre alors qu'elles peuvent très bien vivre sans lui. Il peut sembler anecdotique d'aborder la plante, l'évolution ou les écosystèmes par les champignons : mais ce serait méconnaître ces derniers que de le penser. Les champignons sont sortis il y a 500 millions d'années des écosystèmes aquatiques et sont des agents majeurs du recyclage de la biomasse. Ils comptent parmi les déterminants de la production primaire terrestre depuis plus de 420 millions d'années, lorsque les premières interactions avec des algues ont engendré les plantes terrestres. Demain, ils laissent espérer une nouvelle gestion des milieux et des productions végétales. Les champignons comptent sans doute plusieurs millions d'espèces : ils constituent une fraction majeure de la **biodiversité**. La description de cette part de la biodiversité, longtemps limitée, s'est envolée avec de nouvelles méthodes basées sur l'ADN. Leur biodiversité est aussi celle de leur nutrition au travers des **stratégies écologiques** variées : symbiose (lichen ou mycorhize, modèle majeur de la recherche de Marc-André Selosse), parasitisme biotrophe (sur hôte vivant) ou nécrotrophe (sur hôte tué par eux), saprotrophie, voire carnivorie sur de petits animaux. Ils interagissent avec les organismes qui les entourent, en des interactions bénéfiques ou néfastes. Les champignons mycorhiziens créent des réseaux d'interactions entre plantes dont ils relient les racines. Ils sont donc importants pour comprendre les végétaux. Leurs interactions culturelles avec l'Homme comprennent des préparations d'aliments et des biotechnologies (par exemple avec des levures) et la consommation d'organes reproducteurs comestibles (comme la truffe ou le cèpe). Leurs interactions structurent les **écosystèmes terrestres**.

Au moment du stage de Licence de Marc-André Selosse, s'était posée la question de savoir comment mêler mycologie et recherche de pointe. Il doit à ses maîtres de l'ENS de la rue d'Ulm une idée qui fit sa vie : l'idée leur vint de l'envoyer dans un laboratoire travaillant sur les **mycorhizes**. La symbiose mycorhizienne unit les racines de plus de 90% des plantes avec des champignons du sol : les plantes nourrissent en sucre les champignons en échange de sels minéraux et d'eau que ceux-ci collectent dans le sol. Non seulement les mycorhizes allaient devenir le modèle de recherche de sa vie, de sa thèse jusqu'à l'époque actuelle, mais encore il y découvrit un mécanisme qui le fascina : la symbiose.

Ainsi, l'activité de recherche de Marc-André Selosse a pour objets, les champignons et la symbiose, interaction interspécifique à bénéfice mutuel, et notamment les **holobiontes** qu'elle construit, renouvelant notre compréhension des plantes et des écosystèmes. Les mycorhizes, associations symbiotiques contractées par les racines des végétaux avec certains champignons du sol, ont retenu son intérêt. D'une approche réductionniste en génétique cellulaire et moléculaire, il a élargi sa pratique à la génétique des populations des champignons mycorrhiziens puis à la structure des communautés de champignons mycorrhiziens et enfin à l'écophysiologie de leurs interactions avec la plante. Il a continué à décrire la biodiversité fongique et tissé des liens avec des naturalistes, mycologues, botanistes et spécialement intéressés par les orchidées. Une petite remarque sur les orchidées. Un tiers d'environ des trente mille espèces d'orchidées connues utiliserait la tromperie, par des signaux chimiques, pour la pollinisation, a écrit Martin Stevens, professeur à l'université d'Exeter, dans son ouvrage *Cheats and Deceits : How Animals and Plants Exploit and Misleade*, 2016, *Les Ruses de la Nature*, 2018. Dans la nature, grâce à des stimulations fortes de leur système sensoriel et de leur préférence de comportement des signaux efficaces peuvent être émis pour exploiter des partenaires potentiels, des proies ou des prédateurs.

Il a développé une équipe sur l'écologie des mycorhizes à Montpellier puis après 2013 au Muséum au sein de l'Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (UMR 7205) avec un réseau international (allemand, brésilien, états-unien, japonais, polonais, sénégalais et tchèque). Il a construit une vision évolutionniste et écologique des mycorhizes et d'autres modèles symbiotiques, en inscrivant sa recherche, dans un cadre conceptuel plus général : ce cadre, développé d'abord autour du végétal puis en prenant en compte les animaux, est celui du fonctionnement des organismes comme des **holobiontes** et de leur inclusion dans des réseaux d'interactions biologiques.

Quelques mots sur l'Holobionte : jamais seul. Le concept d'organisme montre aujourd'hui ses limites : il faut désormais prendre en compte le fait qu'un animal, une plante ou *Homo sapiens* ne peut vivre sans les multiples microorganismes qui l'habitent. **Holobionte** est une coexistence cruciale. Les plantes, les animaux et *Homo sapiens* sont habités de microbes qui façonnent leurs traits : cela a conduit au concept d'holobionte (du grec holo, tout, et bios, vie), qui désigne l'unité biologique composée de l'hôte (plante ou animal) et de tous ses microorganismes. De plus en plus de biologistes substituent ce concept à la vision d'organismes isolés, car tous sont accompagnés. Comment se mettent en place les holobiontes ? En quoi cela modifie-t-il l'hôte ? La coexistence au sein de l'holobionte détermine l'évolution des partenaires. L'holobionte cumule les propriétés de l'organisme hôte et de ses passagers dont il assemble tous les génomes. Cela a conduit à la notion d'hologénome, qui étend le génome de l'organisme en lui adjoignant ceux de ses microbes.

Les principales découvertes de Marc-André Selosse concernent la mise en évidence et l'étude des réseaux mycorrhiziens, qui permettent des interactions entre plantes voisines, la découverte des plantes mixotrophes (qui consomment leur champignons mycorrhiziens pour compléter leur photosynthèse) et une compréhension de la biologie de la Truffe. Ses techniques incluent la biologie moléculaire (barcode moléculaire c'est-à-dire identification des microbes par leur ADN, génotypage, phylogénie, transcriptomique), les isotopes stables (marquage ou teneurs spontanées, témoins des échanges entre organismes), la physiologie végétale (dont métabolomique), la microscopie (optique ou électronique) et des approches expérimentales de terrain, ce qui amène à de fréquentes collaborations pour affiner ces outils. Sa recherche a la particularité de toujours partir d'une approche naturaliste et d'échantillons prélevés en

situation réaliste et en mettant en évidence l'importance du microbien pour le végétal. Son travail remet les interactions au centre de la biologie, par-devant les espèces.

Il défend l'idée que non seulement la notion d'organisme est obsolète, car l'holobionte s'y substitue avantageusement en termes heuristiques et opérationnels, mais encore que l'holobionte n'est lui-même encore qu'une approximation des réseaux d'interaction du vivant qui entourent l'organisme.

Marc-André Selosse a fait ses armes en biologie moléculaire et en génétique qui le munirent de fermes outils analytiques dont il ne s'est jamais séparé. Agrégé de Sciences Naturelles, docteur en Biologie, habilitation à diriger des recherches, il passe dans le corps des Professeurs des Universités à Montpellier II où il a développé une équipe sur l'écologie des mycorhizes. Ensuite au **Muséum**, il développe une activité sur l'évolution de l'association mycorhizienne, valorisant et alimentant les collections de l'Herbier national, mais aussi celles de paléontologie végétale. Cette activité a cristallisé en une équipe " *Interactions et évolution végétale et fongique* " des experts en mycologie, bryologie et ptéridophytes. Ses recherches au Muséum s'inscrivent en lien et en complémentarité avec ses autres fonctions à l'étranger, professeur invité à l'**Université de Viçosa** (Brésil), professeur invité à l'**Université de Kunming** (Chine), et professeur et chargé de laboratoire à l'**Université de Gdansk** (Pologne). Outre son investissement dans la formation initiale et continue des enseignants de SVT depuis 1991, il a aussi œuvré dans la rédaction des programmes de SVT du collège et du lycée.

Depuis 2018 et au nom du Muséum, il a mené des activités de promotion et de défense des Sciences de la vie et de la Terre, notamment dans le cadre de la réforme du Lycée. Elles ont débouché sur la fondation de la Fédération BioGée (qu'il préside actuellement), regroupant des Académies (Académie d'Agriculture de France, Académie Nationale de Médecine, Académie des Sciences, Académie Vétérinaire de France, Académie Nationale de Pharmacie et Académie des Technologies), le Muséum Nationale d'Histoire Naturelle, des Institutions et Sociétés scientifiques, des Associations liées à l'enseignement et des Fondations et associations d'entreprises, pour peser sur la décision publique, illustrer et développer le rôle de ses disciplines pour la société, en particulier dans l'enseignement.

Il a publié 178 articles scientifiques depuis 1993, 182 articles dans des revues techniques ou de vulgarisation, 7 ouvrages ou fascicules, 46 chapitres de livres ou postfaces, 84 préfaces. L'ensemble de ses articles est en libre accès sur son site Web au Muséum que vous trouverez dans la brochure présentant le prix et son lauréat 2020. Ses travaux ont donné lieu à 88 communications orales à des réunions internationales et 89 communications orales à des réunions nationales.

Marc-André Selosse conçoit sa fonction d'enseignement en incarnant les grandes missions des Professeurs du Muséum : enseigner et rechercher, certes, mais aussi expertiser et vulgariser pour un large public. Il considère qu'il n'est pas de liberté sans capacité à réfléchir, ni sans une connaissance minimale des données des disciplines majeures, dont la biologie pour l'alimentation, la sexualité, la santé plus généralement et l'environnement. Il a publié trois livres « *La symbiose : structures et fonctions, rôle écologique et évolutif* », 2000, devenu un classique, « *Jamais seul : ces microbes qui construisent les plantes, les animaux et les civilisations* » 2017, (traduit en 5 langues), « *Les goûts et les couleurs du monde, Une histoire naturelle des tannins, de l'écologie à la santé* », 2019. A propos des tanins, je me permets de citer, un membre du jury, Christian Dumas, membre de l'Académie des Sciences, le 18 octobre 2016, à l'Académie des Sciences, Belles Lettres et Arts de Lyon, il nous a dit que

" Les plantes broutées par les herbivores se défendent en synthétisant des tanins. Un signal à distance est transmis aux plantes non broutées par celles qui le sont avec un décalage temporel " .

Marc-André Selosse intervient dans des émissions de radio (chroniqueur à la Terre au Carré, sur France Inter) et de télévision (dont M6), il a été directeur scientifique ou intervenant, de huit documentaires. Il est fréquemment invité pour des conférences (100 par an devant des publics larges). Outre ses conférences filmées et mises en ligne, il a contribué à des sites web et de très nombreuses capsules vidéo sur YouTube.

Je laisse la parole à Marc-André Selosse

Yves le Floc'h Soye