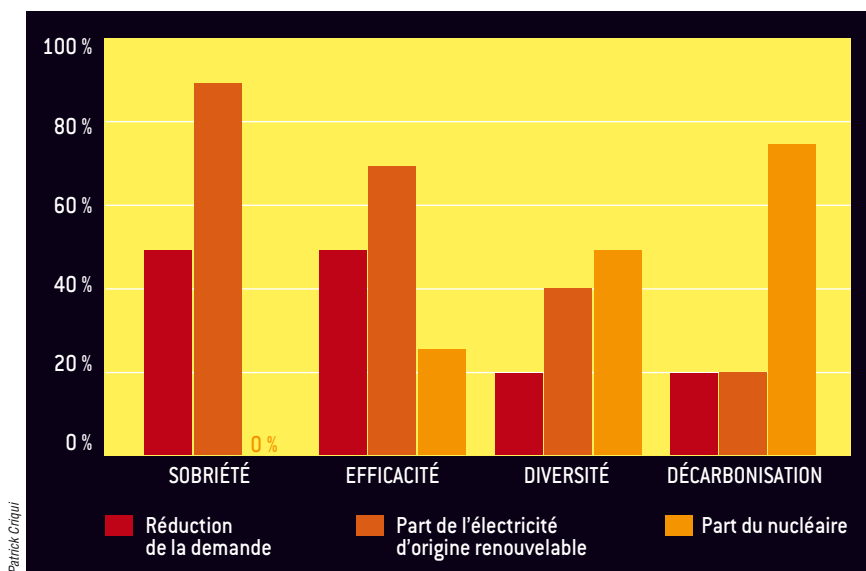




LES QUATRE TRAJECTOIRES énergétiques identifiées lors du débat national, à l'horizon 2050. *Sobriété* et *Efficacité* supposent une forte réduction (50 % par rapport à 2012) de la consommation d'énergie en 2050. Mais alors que *Sobriété* vise une sortie du nucléaire d'ici 2050 et revendique des comportements plus sobres de consommation, *Efficacité* garde une part significative de nucléaire dans la production d'électricité et envisage une réduction des consommations due avant tout aux avancées technologiques. *Diversité* et *Décarbonisation* conservent des parts de nucléaire plus importantes et sont moins ambitieuses pour la réduction des consommations.

de transport, le développement de systèmes énergétiques locaux, de chauffage urbain ou de récupération de chaleur. Cela découle des lois de nationalisation après la guerre et du fait que les collectivités se sont dessaisies des compétences de distribution de l'énergie, en particulier de l'électricité. Quelques-unes sont restées avec des régies locales, mais ce sont des exceptions en France, alors que c'est la règle dans les pays de culture germanique.

Cet élément est présent dans le projet de loi, mais il reste des pesanteurs institutionnelles importantes à vaincre. En particulier, il s'agit de construire un rapport différent entre les grands opérateurs de l'énergie (EDF, ERDF, Suez, GRDF...) et les collectivités locales, afin de faciliter l'aménagement urbain, le développement de systèmes de transport et la mobilisation des sources d'énergie locales.

Le troisième facteur est l'absence d'un signal-prix adapté, c'est-à-dire d'une façon de payer les émissions de carbone que l'on produit, qu'il s'agisse d'une taxe carbone

ou d'un autre système. Les déboires de la fiscalité énergétique, notamment l'abandon de l'écotaxe poids-lourds, font qu'il n'y a toujours pas moyen d'indiquer aux acteurs économiques les vrais coûts de la consommation des énergies fossiles pour la société.

Il manque en France une vision du rôle que pourrait avoir une fiscalité environne-

LES MÉNAGES ET LES ENTREPRISES ne sont pas prêts à faire tous les investissements nécessaires pour réduire la consommation énergétique globale.

mentale pour rééquilibrer en profondeur la fiscalité dans son ensemble : les recettes potentielles d'une fiscalité environnementale sont importantes et permettraient d'alléger la fiscalité dans d'autres domaines, en particulier le travail. Le projet de loi d'introduction de la contribution climat-énergie qui avait été voté par le Parlement à l'automne 2009 donnait les moyens d'un tel rééquilibrage. Son annulation par le Conseil constitutionnel (deux jours avant son entrée en vigueur,

le 1^{er} janvier 2010) a été une occasion manquée de premier ordre.

Cependant, il ne suffirait pas d'introduire une fiscalité carbone. Des actions d'accompagnement seraient nécessaires. Notamment, il faudrait envisager de compenser l'augmentation des impôts des ménages en situation de précarité énergétique (le chèque vert du projet de loi de 2009, mais restreint aux ménages en précarité). De façon générale, la recette d'une fiscalité environnementale peut servir à trois choses : compenser auprès des ménages l'impôt énergétique qu'ils ont payé, alléger le poids des autres fiscalités et financer des investissements de transition énergétique. L'arbitrage est ici fondamentalement politique.

Pour toutes les raisons évoquées, le scénario *Efficacité* semble difficile à atteindre en France. Par conséquent, il faudra un suivi attentif et continu des résultats, des difficultés et de la manière dont on peut lever ces dernières. On sera peut-être conduit, dans cette gestion dynamique de la transition, à adopter des objectifs de réduction de la demande moins ambitieux, mais en compensant cet ajustement par une offre « décarbonée » (c'est-à-dire, en France, une offre d'énergies renouvelables et nucléaire) plus grande. Certains pays considèrent comme une solution majeure la capture et la séquestration du dioxyde de carbone émis. Compte tenu de la capacité de la France à gérer la production nucléaire, développer cette stratégie n'est sans doute pas la meilleure option pour notre pays. Garder une part de nucléaire un peu plus importante tout en poursuivant le développement des énergies éolienne et solaire serait plus judicieux.

La part du nucléaire après 2025 reste d'ailleurs un point aveugle du projet de loi. Le scénario *Efficacité* suggère que le nucléaire continuerait à diminuer après 2025 pour atteindre 25 % de la production énergétique en 2050. Mais ni l'Ademe ni le projet de loi ne se prononcent explicitement sur ce point. La question reste entière... ■

Patrick CRIQUI est économiste au laboratoire Pacte-Edden (CNRS, Université Pierre-Mendès-France), à Grenoble.

ENTRETIEN

Publication scientifique : vers l'accès ouvert institutionnel ?

Entretien avec Denis JEROME

Le système de publication des travaux scientifiques, fondé sur l'évaluation des articles par des pairs (relecteurs spécialistes anonymes), est en crise. Les coûts d'abonnements n'ont cessé d'augmenter ces dernières décennies, au point de devenir insupportables pour les laboratoires et les universités. En outre, l'accès payant aux articles publiés freine la diffusion des avancées

scientifiques, pourtant indispensable à l'activité des chercheurs. Diverses solutions pour mettre en place un accès libre, ou *open access*, aux publications ont été proposées depuis le début des années 2000. Il en est ainsi du modèle « vert » (libre accès après un embargo de durée variable) ou du modèle « doré » (report des coûts de publication du lecteur vers l'auteur, en échange de l'accès libre). Mais

ces solutions sont encore loin d'être satisfaisantes. Dans un rapport paru le 24 octobre 2014, l'Académie française des sciences prône l'évolution vers un nouveau modèle : un système d'*open access* institutionnel, où les coûts de publication seraient mutualisés et négociés au niveau national, en échange d'un accès libre aux articles. Denis Jerome, président de la Section de physique, nous explique la teneur de ce projet.



POUR LA SCIENCE

Pourquoi le modèle actuel de la publication scientifique n'est-il plus satisfaisant ?

DENIS JEROME : L'un des piliers de l'activité scientifique est l'examen critique des travaux des chercheurs par des rapporteurs spécialistes du domaine et anonymes, avant leur publication. Les éditeurs scientifiques jouent ainsi un rôle vital dans le processus de validation et de diffusion des résultats scientifiques. Cependant, depuis des années, les tarifs d'abonnements à ces revues ont explosé : une souscription annuelle à une revue de chimie coûte en moyenne 4 450 dollars ! Les éditeurs tirent parti du fait que les universités et les laboratoires sont une clientèle captive. Mais cette situation économique est devenue intenable.

PLS

Qu'est-ce qui justifie ces coûts ?

D. J. : L'organisation des relectures et l'édition des articles représentent un réel travail, qui

mérite salaire. Mais bien que les chiffres précis soient difficiles à établir, on estime à 105 millions d'euros par an les frais d'abonnement en France. Ramenés aux quelque 100 000 articles publiés, cela équivaut à des frais d'environ 1 000 euros par article. Le marché de l'édition scientifique, qui pèse sept à dix milliards d'euros au niveau mondial, réalise dans certains cas des marges de plus de 30 pour cent ! Dès lors, on peut légitimement se demander si de tels coûts sont justifiés, alors même que l'avènement des technologies numériques a facilité le travail des éditeurs.

Ils sont d'autant plus inacceptables que les publications scientifiques sont en quelque sorte payées trois fois par des fonds publics : des chercheurs produisent le contenu des articles et les rédigent, d'autres chercheurs les expertisent – bénévolement – et, enfin, d'autres encore les achètent ! Par ailleurs, les prix devenus prohibitifs sont un frein à la circulation de l'information scientifique, indispensable au travail des chercheurs. D'autres modèles plus équitables doivent être mis en place.

PLS

L'avènement du numérique a justement permis l'émergence de nouveaux modèles ces dernières années. Sont-ils une solution ?

D. J. : Internet et la publication numérique ont en effet considérablement facilité et accéléré la diffusion des connaissances. Cette évolution laisse entrevoir, à court terme, la possibilité d'un accès gratuit pour toute la communauté scientifique à l'ensemble des publications. Cet objectif est d'ailleurs soutenu par les pouvoirs publics des grandes nations scientifiques.

Le premier modèle fondé sur ce principe d'accès libre est celui des archives ouvertes. Il consiste à déposer les articles – avant publication dans une revue, ou après levée de l'embargo – sur des serveurs Internet accessibles à tous, sur le modèle du portail arXiv, lancé en 1991 au Laboratoire américain de Los Alamos. Cependant, en l'absence de validation par les pairs, les prépublications sur des archives ouvertes ne présentent aucune garantie de sérieux. Et

même en faisant l'économie de cette validation, les articles potentiellement pertinents sont noyés dans la masse de publications dénuées d'intérêt.

PLS

Des stratégies d'accès libre avec validation des articles existent cependant...

D. J. : Deux modèles d'accès libre répondant aux exigences scientifiques ont été formalisés dès 2002 : le modèle « vert » et le modèle « doré ».

L'accès vert consiste à mettre les articles publiés dans des revues en accès libre sur les serveurs des éditeurs ou sur un serveur institutionnel après un certain délai [de 6 à 18 mois selon les cas]. En France, le CNRS a par exemple lancé en 2000 le serveur HAL (Hyper Articles en Ligne), qui propose des publications essentiellement en mathématiques et en chimie. HAL a aussi vocation à assurer la pérennité des informations scientifiques indépendamment des éditeurs. Le modèle vert va dans le sens des recommandations de la Commission européenne, qui a demandé en juillet 2012 aux États membres de définir une politique « pour un meilleur accès aux informations scientifiques ».

Cependant, cette solution n'est que partiellement satisfaisante. La durée de l'embargo est très longue, alors que pour le bon fonctionnement de la science, la diffusion des informations devrait être immédiate. Et la suppression de ce délai est impossible pour des raisons évidentes de survie économique des éditeurs. Par ailleurs, ce modèle ne résout pas le problème des coûts d'abonnement excessifs.

L'autre modèle, l'accès « doré », consiste à reporter les coûts du lecteur vers l'auteur. L'auteur – ou plutôt son institution – paye pour publier, mais en contrepartie, l'article est en accès libre immédiatement. Le prix varie de 700 à 7000 euros par article. De telles sommes sont-elles justifiées ? Quoi qu'il en soit, la voie dorée pose la question de l'accès aux publications scientifiques pour les universités les moins bien dotées ou celles des pays pauvres. Et dans la mesure où il n'y a aucun contrôle des prix et que les auteurs sont isolés face aux éditeurs, comment s'assurer que les frais de publication restent acceptables ? De fait, le modèle doré a favorisé l'apparition de « revues prédatrices », qui pratiquent des tarifs bas, mais offrent une expertise défailante. Ces

revues profitent du fait qu'il est vital pour un chercheur de publier pour être évalué.

Évoquons pour terminer le modèle hybride, qui consiste à faire payer l'auteur pour rendre l'accès à son article libre dans une revue par ailleurs payante. Mais ce système intermédiaire revient à payer deux fois !

PLS

Que préconise alors l'Académie des sciences pour dépasser ces modèles existants ?

D. J. : L'Académie propose de développer un modèle d'accès libre à négociation centralisée, ou accès ouvert institutionnel (IOA). Il s'agit pour l'essentiel d'étendre le modèle doré, mais en imposant une négociation centralisée des charges. L'intégralité des budgets d'abonnement de la recherche publique serait ainsi basculée vers des aides à la publication dans des revues à accès libre.

Comme il est compliqué de redistribuer les crédits alloués à chaque laboratoire pour les abonnements en aides aux frais de publications, et aussi pour éviter que chaque auteur demeure isolé face aux éditeurs, il faudrait centraliser la négociation et établir une sorte de « licence globale », avec un abonnement forfaitaire annualisé négocié entre les pouvoirs publics



105 MILLIONS D'EUROS par an : c'est ce que représentent les coûts d'abonnement aux revues scientifiques pour les laboratoires et les universités en France. Il s'agit d'une clientèle captive, l'accès aux résultats récents étant indispensable aux chercheurs.

Les épijournaux : le projet *Épisciences*

En marge de l'accès libre vert ou doré, il existe une voie qui se développe autour des archives ouvertes : les épijournaux. Il s'agit de rendre gratuits la soumission et l'accès aux articles, et de mettre en place un processus de validation calqué sur celui des revues classiques (relecteurs anonymes, etc.), mais dématérialisé et automatisé.

Les articles acceptés sont reversés sur leur archive ouverte avec le label de l'épijournal qui les a approuvés.

Le coût de fonctionnement des épijournaux est laissé à la charge des institutions scientifiques responsables. Il devrait

rester modeste, du fait de la dématérialisation et de l'automatisation des procédures (ouverture de canaux de communication anonymes entre les auteurs et les rapporteurs, mise à jour automatisée des bases de données et des

sites des revues, mise aux normes des articles assurées par les laboratoires, etc.).

Ce modèle existe déjà dans la communauté des mathématiciens, par exemple avec l'*Electronic Journal of Probability* ou *Documenta Mathematica*.

Le projet *Épisciences*, initiative commune du CNRS et de l'Inria pilotée par le Centre pour la communication scientifique directe (CCSD), vise à mettre en œuvre un grand nombre d'épijournaux dans toutes les disciplines, autour des archives

ouvertes arXiv et HAL. La plateforme *Épisciences*, en service depuis début 2014, permet une gestion automatisée des épijournaux. L'Inria y assure déjà la publication de plusieurs revues d'informatique (DMTCS, JDMDH). En mathématiques, après plusieurs annonces en 2013, l'ouverture de la plateforme est imminente.

Cependant, si *Épisciences* devait gagner en envergure, il faudrait sans doute faire appel à des contributions des institutions.

et chaque éditeur. Le consortium *Couperin*, qui gère déjà la majorité des abonnements publics en France, pourrait endosser le rôle d'interlocuteur unique des éditeurs.

PLS

Quels sont les avantages de ce modèle d'accès ouvert institutionnel ?

D. J. : Tout d'abord, de répondre à l'objectif d'accès libre et immédiat pour tous aux publications scientifiques validées, un objectif à la fois éthique et moral. Ensuite, une clarification et une maîtrise des coûts, la négociation se faisant avec un acteur unique au niveau national, sur la base d'un montant bien identifié entre « grands » éditeurs et « grands » consommateurs. Il faut noter que les éditeurs ne sont pas lésés, la transition des crédits d'abonnement vers les crédits de publication se faisant à budget constant (environ 100 millions d'euros).

Enfin, ce système implique l'établissement d'une liste de revues homologuées, participant à l'accord global, dont seraient exclues les revues prédatrices et celles ayant une politique de profit trop prononcée. Bien sûr, les chercheurs resteraient libres de publier dans les revues homologuées de leur choix. Il faudra prévoir des aides, limitées, pour que les scientifiques puissent publier des articles dans certaines revues ne souhaitant pas ou ne pouvant pas rentrer dans la licence globale.

■ BIBLIOGRAPHIE

Les nouveaux enjeux de l'édition scientifique, Rapport de l'Académie des sciences, octobre 2014 (<http://bit.ly/1tgG4ZD>).

Ch. Berthaud et A. Magron, *La science accessible à tous*, *Pour la Science* n° 433, novembre 2013 (<http://bit.ly/pls443-openaccess>)

M. Mashaal, *La fronde des chercheurs contre Elsevier*, *pourlascience.fr*, février 2012 (<http://bit.ly/fronde-elsevier112012>).

Le serveur d'archives ouvertes Arxiv : <http://arxiv.org/>

Le serveur d'archives ouvertes HAL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/>

Les revues électroniques ouvertes *Revue.org* : <http://www.revues.org/>

La plateforme d'épijournaux *Épisciences* : <http://episciences.org/>

PLS

Dans cette solution, n'y a-t-il pas un manque à gagner pour les éditeurs ?

D. J. : En effet, l'industrie et les services sont des gros lecteurs, mais publient peu. Si l'accès ouvert est mis en place, ces secteurs n'apporteraient plus de revenus aux éditeurs. Il serait juste que ce manque à gagner soit prélevé dans le crédit d'impôt recherche, puisque c'est une aide financière nette fournie au secteur privé.

PLS

Cet accès libre institutionnel paraît difficile à mettre en place au seul niveau national. Qu'en est-il des autres pays ?

D. J. : La France pourrait montrer l'exemple. Si elle ne détient qu'une part modeste dans l'édition scientifique, elle représente un poids important dans la production de connaissances. Même si la France commençait seule, cela améliorerait la visibilité de la recherche française. Prenons exemple sur l'Allemagne, qui a mis en place un système analogue entre l'Institut Max Planck et l'éditeur Springer. L'Autriche étudie un tel dispositif avec l'*Institute of Physics* britannique. L'avantage de l'accès ouvert est si évident qu'il devrait faire bouler de neige. Quand le centre de gravité des publications aura basculé, les autres pays suivront. ■

Propos recueillis par Philippe Ribeau-Gésippe

Actuellement
en kiosque

DOSSIER POUR LA SCIENCE

LE CERN FÊTE SES 60 ANS

De l'atome à l'Univers :
une exceptionnelle
aventure scientifique
et humaine



DOSSIER POUR LA SCIENCE - PHYSIQUE DES PARTICULES - ANTIMATIÈRE - SUPERSYMETRIE

AVANT-PROPOS
D'ÉTIENNE KLEIN

Cent ans de particules... Où va la physique?

**NOUVELLE
formule**

LE BOSON DE HIGGS
par François Englert,
l'un des « pères »
de cette particule

LA NOUVELLE QUÊTE
Les pistes théoriques
pour dépasser
le Modèle standard



N° 85 Octobre-Décembre 2014

purlascience.fr

n° 85 - 120 pages - prix de vente : 6,95 €

www.purlascience.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique internationale



Disponible sur



Le goût de l'intelligence

par Richard Taillet, sur *Signal sur bruit*

Début octobre 2014 se tenait au centre culturel *La Turbine*, non loin d'Annecy, la deuxième édition d'*Imaginasciences*, une manifestation consacrée à l'image scientifique et à son rôle dans la vulgarisation de la science auprès des jeunes. Ce fut l'occasion de nombreux échanges constructifs avec des cinéastes, pédagogues, enseignants,

En ce qui concerne la première facette, il est évidemment plus facile d'interpeller un public en l'amusant ou en le faisant rêver, mais il faut prendre garde à ne pas le tromper en le faisant rêver d'autre chose. Il est très facile d'amener le public à s'émerveiller devant de belles images d'astronomie ou devant l'immensité de l'Univers. Cet émerveillement peut amener des jeunes à se tourner

pourquoi pas, de viser les performances des champions d'athlétisme ou des musiciens professionnels. Il y a un énorme plaisir dans le fait de se confronter à des difficultés intellectuelles, buter devant un problème, s'y atteler, le sentir résister, puis céder, puis reprendre le dessus, jusqu'au moment où on a l'impression d'y avoir compris quelque chose – cette impression étant rarement définitive !

La science, pour moi, a ce goût-là. Pas l'ivresse du pouvoir que confère le savoir, ni l'humilité du doute permanent (ce que n'est d'ailleurs pas), mais le goût de l'intelligence. Être capable de défendre une affirmation, de la confronter à une affirmation contraire, d'une façon qui ne fasse pas appel à des croyances ou à un rapport de force, mais à notre intelli-



La diffusion de la science auprès du grand public passe souvent par l'émerveillement. Trop ?

chercheurs, programmeurs, éditeurs, etc. Un point de vue semblait dominer : pour que la vulgarisation scientifique « fonctionne », il faut amuser ou émerveiller son public, et surtout ne pas l'assommer avec des choses complexes. Je suis en désaccord avec cette vision de la vulgarisation.

Première difficulté, qu'est-ce qu'une vulgarisation réussie ? La diffusion des connaissances scientifiques recouvre au moins deux activités bien distinctes. Dans certains cas, il s'agit d'amener vers les sciences un public qui s'en désintéressait, de lui en donner le goût pour qu'ensuite, de lui-même, il aille plus loin. Mais dans d'autres cas, il s'agit d'expliquer des concepts à un public *a priori* déjà intéressé, en s'affranchissant de certains aspects techniques, pour extraire les concepts scientifiques du cadre formel qui a servi à les élaborer.

vers les sciences, mais ils passent à côté de l'essentiel. Et ils risquent de se sentir floués quand ils se lanceront dans une véritable activité scientifique. Ce qui émerveille le chercheur, c'est surtout le fait que l'Univers peut être décrit par un ensemble de lois, généralement exprimées sous forme mathématique, et que cette description permet de comprendre les phénomènes physiques – expliquer ce qui s'est passé et prévoir ce qui va se passer. C'est là qu'est le véritable plaisir du scientifique. Or ce plaisir est généralement le fruit d'un long labeur.

Cela m'amène à ma deuxième objection : la complexité n'est pas synonyme d'ennui, ni la facilité gage d'amusement. Faire du saut en hauteur avec une barre à 15 centimètres du sol ou jouer *Au clair de la lune* au piano perdent rapidement tout intérêt si l'on n'essaie pas d'aller plus loin et,

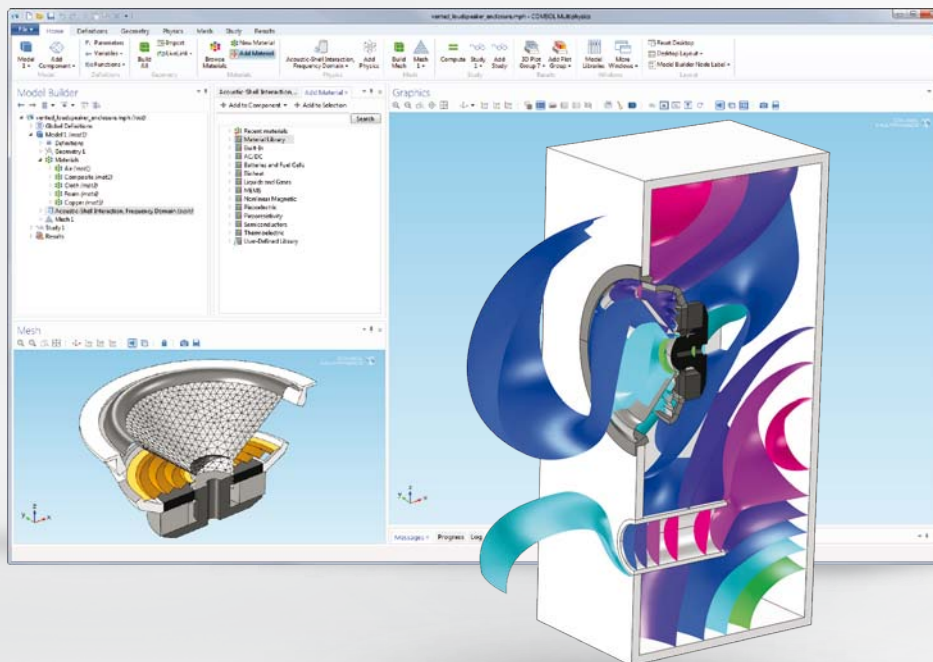
gence du monde et des lois qui le régissent. Et aussi comprendre les limites de cette attitude en évitant un scientisme qui y engloberait toute la pensée humaine et, à l'autre extrémité du spectre, un relativisme douteux qui la viderait de son contenu. C'est ce qu'il est important de transmettre et, surtout, de montrer. ■



Richard TAILLET
est professeur à l'Université Savoie Mont Blanc et chercheur au Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique théorique (LAPTh). Il est l'auteur du blog *Signal sur bruit* (www.sciLogs.fr/signal-sur-bruit).

Retrouvez tous nos blogueurs sur www.sciLogs.fr et suivez-les sur les réseaux sociaux.

ENCEINTE ACOUSTIQUE: Ondes de pression émises par un haut-parleur. Ce modèle couple l'électromagnétisme dans la bobine, la mécanique des structures dans la membrane ainsi que l'acoustique à l'intérieur et autour de l'enceinte.



TESTEZ ET OPTIMISEZ VOS DESIGNS AVEC **COMSOL MULTIPHYSICS®**

Nos outils de simulation multiphysique intègrent tous les effets physiques du monde réel. De ce fait, ils reproduisent avec précision le comportement de vos designs. Pour en savoir plus sur COMSOL Multiphysics, rendez-vous sur www.comsol.fr

Product Suite

COMSOL Multiphysics

ELECTRICAL

AC/DC Module
RF Module
Wave Optics Module
MEMS Module
Plasma Module
Semiconductor Module

MECHANICAL

Heat Transfer Module
Structural Mechanics Module
Nonlinear Structural Materials Module
Geomechanics Module
Fatigue Module
Multibody Dynamics Module
Acoustics Module

FLUID

CFD Module
Mixer Module
Microfluidics Module
Subsurface Flow Module
Pipe Flow Module
Molecular Flow Module

CHEMICAL

Chemical Reaction Engineering Module
Batteries & Fuel Cells Module
Electrodeposition Module
Corrosion Module
Electrochemistry Module

MULTIPURPOSE

Optimization Module
Material Library
Particle Tracing Module

INTERFACING

LiveLink™ for MATLAB®
LiveLink™ for Excel®
CAD Import Module
ECAD Import Module
LiveLink™ for SolidWorks®
LiveLink™ for Inventor®
LiveLink™ for AutoCAD®
LiveLink™ for Creo™ Parametric
LiveLink™ for Pro/ENGINEER®
LiveLink™ for Solid Edge®
File Import for CATIA® V5