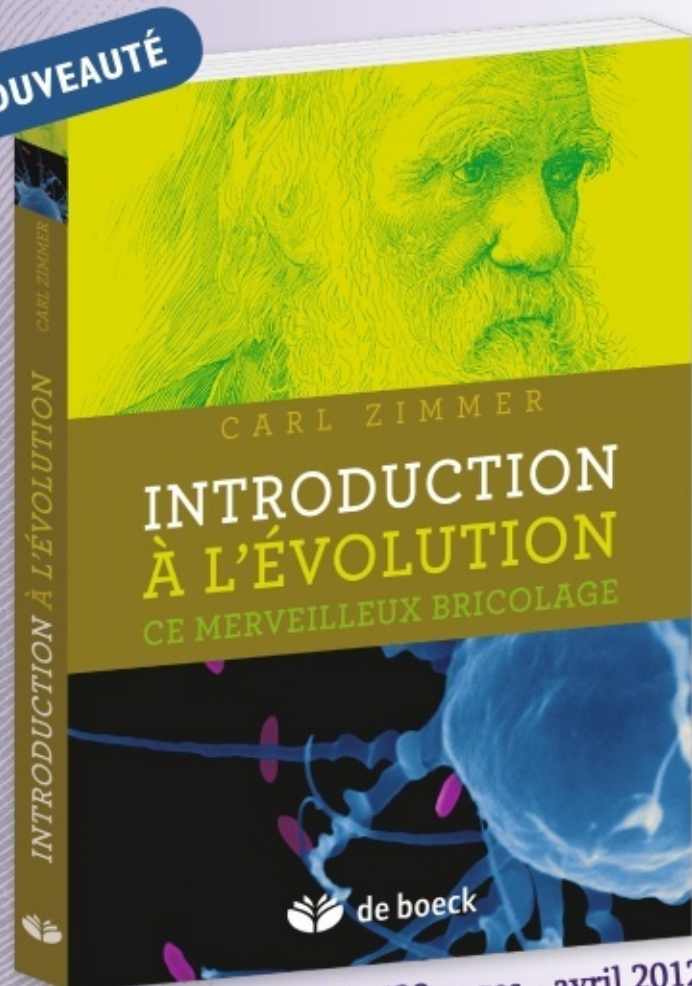


INTRODUCTION À L'ÉVOLUTION

CE MERVEILLEUX BRICOLAGE
CARL ZIMMER

NOUVEAUTÉ



47 € - 428 pages - avril 2012

L'évolution est davantage qu'une théorie : c'est une façon de comprendre le monde.

Cet ouvrage retrace les grandes lignes de la science de l'évolution, depuis les pré-darwiniens jusqu'aux derniers développements en génétique et en médecine évolutionniste.

L'étude des phénomènes du monde vivant, tels que la sélection naturelle, l'évolution et la disparition des espèces, n'est pas un champ réservé aux seuls chercheurs. En effet, les implications de ces phénomènes sur notre existence sont nombreuses et colossales.

Un livre abondamment illustré qui offre une introduction claire et complète à l'évolution.



En librairie et sur www.deboeck.com



de boeck

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LE TRANSPORT DU FLORIGÈNE

La floraison est le mécanisme essentiel de la reproduction des plantes à fleurs. En 2009, François Parcy expliquait notamment que le « florigène », c'est-à-dire le signal produit dans la feuille et provoquant l'apparition du bouton floral au sommet de la tige, était la protéine FT (voir « Mais qu'est-ce qui fait fleurir les plantes ? », *Pour la Science*, juillet 2009, http://bit.ly/PLS381_Parcy).

Toutefois, le transport du florigène dans les vaisseaux de la plante restait mal compris. Lu Chiu et des collègues de l'Université de Singapour viennent de faire un progrès notable (*PLoS Biology*, 17 avril 2012). Ils ont montré qu'une protéine de la membrane du réticulum endoplasmique – une « usine » de transformation des protéines présente chez tous les eucaryotes (organismes dont les cellules ont un noyau) – s'associe à la protéine FT. Cela permet au florigène de passer des « cellules compagnes », où il est produit, aux cellules du tube criblé, qui sont le point d'entrée dans le système vasculaire assurant le transport de la sève. Ils ont nommé cette protéine régulatrice FTIP1, pour *FT Interacting Protein* ou « protéine interagissant avec FT ». Difficile de faire plus simple...

→ NOUVELLE SIMULATION DU GO

On ne sait pas bien simuler le jeu de go, mais les techniques probabilistes changent la donne, expliquait Sylvain Gelly dans un article où il nous présentait l'approche *MoGo* fondée sur la méthode de Monte-Carlo (voir « L'ordinateur, champion de go ? », *Pour la Science*, avril 2007, http://bit.ly/PLS354_Gelly). Pour leur part, Bertrand Georgeot, de l'Université de Toulouse, et Olivier Giraud, de l'Université Paris-Sud, viennent d'appliquer au go la théorie des réseaux (*Europhysics Letters*, 13 mars 2012). Pour cela, ces physiciens théoriciens ont modélisé le jeu en le réduisant à ses phénomènes locaux. Ils ont défini les 3⁸ « plaquettes » qui consistent en une intersection entourée de ses huit

→ TOUT ACCÉLÈRE : LES GLACIERS ANTARCTIQUES AUSSI

Les banquises de l'Antarctique étayent les glaciers qui débouchent dans les mers entourant le continent blanc et ralentissent ainsi leur avancée. Robin Bell expliquait cela dans un article discutant de l'effet lubrifiant de l'eau circulant sous les calottes de glace (voir « L'eau, une menace pour les calottes polaires », *Pour la Science*, mai 2008, http://bit.ly/PLS367_Bell). Or Hamish Pritchard, du Service de recherche antarctique britannique (*British Antarctic Survey*), et des collègues européens et américains révèlent que c'est surtout la fonte de la base des banquises qui, en les amincissant, facilite leur fragmentation et, de ce fait, diminue, voire annihile, leur rôle d'étaï pour les glaciers (*Nature*, 26 avril 2012). Pour ce faire, les chercheurs ont mesuré par radiométrie laser satellitaire les épaisseurs des banquises et modélisé les névés qui les surmontent afin d'établir une carte de l'amincissement des banquises autour de l'Antarctique. Il en ressort que les glaciers débouchant dans la mer accélèrent avec l'amincissement. Cela prouve que l'épaisseur des banquises est le principal paramètre de contrôle de la vitesse avec laquelle les écoulements de glace antarctiques viennent alimenter la montée des eaux océaniques. Les chercheurs ont remarqué que c'est surtout aux endroits où le courant circumpolaire atteint la banquise que l'amincissement de la glace est le plus important.



Les plaquettes, nœuds du réseau associé au go, sont constituées par une position centrale entourée de ses huit voisines (en bleu).

voisines, lesquelles peuvent être soit vides, soit occupées par une pierre (blanche ou noire). Les symétries de position ou de couleur réduisent le nombre des 6 561 plaquettes possibles *a priori* à 1 107 plaquettes non équivalentes. Ces dernières constituent les nœuds d'un réseau associé au go, dont les liens sont définis par la configuration des arêtes. Il restait aux chercheurs à analyser les évolutions possibles du réseau et à repérer celles qui sont favorables.

B. Georgeot et O. Giraud ont pour cela exploité les 865 parties jouées dans les prin-

cipaux tournois professionnels japonais depuis 1941, auxquelles ils ont ajouté pour comparaison 4 000 parties d'amateurs. Il apparaît que, dans ces parties hautement tactiques, les fréquences des coups choisis par les joueurs respectent la loi dite de Zipf. Remarquée initialement sur la répétition des mots, cette loi empirique stipule que les fréquences d'apparition des coups sont inversement proportionnelles à leur rang dans un classement par fréquences d'apparition décroissantes.

Les chercheurs ont ensuite étudié les différentes « matrices d'adjacence » utilisées en théorie des réseaux pour définir des « graphes pondérés », c'est-à-dire des séquences d'états du réseau dont les liens entre nœuds successifs sont caractérisés par des probabilités. Ces dernières sont liées aux « vecteurs propres » des matrices d'adjacence, qui diffèrent d'un tournoi à l'autre et entre les joueurs professionnels et amateurs, mais qui peuvent être groupés afin de caractériser des types de stratégies. Les deux physiciens sont persuadés qu'en poussant plus loin l'étude de la distribution de ces vecteurs propres, on pourra concevoir un simulateur capable de battre les meilleurs professionnels. À suivre...

François Savatier

1972 • 2012
les PUG ont **40** ans !

Édition limitée
spéciale anniversaire

Préface de Boris Cyrulnik

PETIT TRAITÉ



de manipulation

À L'USAGE DES
HONNÊTES GENS

Robert-Vincent Joule • Jean-Léon Beauvois

300 000 EXEMPLAIRES VENDUS
NOUVELLE ÉDITION AUGMENTÉE • SÉRIE LIMITÉE

« Comment amène-t-on autrui
à faire ce qu'on voudrait le voir
faire ? La solution se trouve dans
cette introduction aux techniques
de la manipulation... »

Le Monde

« La manipulation est observée
sous tous les angles scientifiques,
puis disséquée dans toutes
ses utilisations pratiques...
Tonique en tous cas. »

Challenges

ISBN 978-2-7061-1736-7 — 24 €



Presses universitaires de Grenoble
5, place Robert-Schuman - BP 1549
38025 Grenoble CEDEX 1
Tel. 04 76 29 43 09 / Fax. 04 76 44 64 31
pug@pug.fr / www.pug.fr

En librairie
le 15 mai
2012

POINT DE VUE

Tempêtes solaires : comment s'y préparer ?

L'activité du Soleil est mal connue. Nous devons mettre en commun les connaissances acquises. Alors seulement serons-nous capables de faire des prévisions fiables et de nous préparer au mieux aux « accès de fièvre » de notre étoile.

Jean LILENSTEN

Le Soleil est un astre moins placide qu'on ne le pensait jusqu'en 1995, date à laquelle plusieurs instruments du satellite SOHO ont commencé à le scruter. Il est agité de soubresauts qui donnent lieu à de spectaculaires éjections de matière (éruptions ou éjections de masse coronale). Son rayonnement varie, en particulier dans l'ultraviolet, et ces variations sont dues aux fluctuations, dont la cause est mal connue, de son champ magnétique.

Les bouffées de particules émises lors de ces soubresauts peuvent perturber les satellites et tout le secteur spatial, les télécommunications, les systèmes de géolocalisation, les réseaux d'électricité, etc. Prévoir l'activité solaire pour en minimiser les dommages représente des enjeux industriels qui se chiffrent en milliards d'euros.

Le dernier minimum solaire, en 2010, a duré plus longtemps que prévu, et le début du cycle actuel d'activité ne ressemble pas à ce qui avait été observé au cours des dernières décennies. En fait, si l'on sait que l'activité solaire présente des cycles de 10 à 12 ans, d'autres de 200 ans environ, et d'autres encore plus longs, mais moins bien connus, nous ignorons presque tout de l'activité de notre étoile, puisque nous n'avons que 400 années d'observation directe de son activité sur 4,6 milliards d'années de sa vie, et l'ère spatiale n'a commencé que dans les années 1960... Cette absence de connaissances fiables donne lieu à des supputations qui vont de la disparition pure et simple de l'activité solaire à des éruptions drama-

tiques, tournant les projecteurs médiatiques vers la « météorologie de l'espace ».

Lorsque cette jeune discipline a émergé, en partie sous l'impulsion de l'astrophysicien français Pierre Lantos (1942-2007), le Plan américain de météorologie de l'espace l'a officiellement définie comme l'étude des « conditions sur le Soleil et dans le vent solaire, la magnétosphère, l'ionosphère et la thermosphère pouvant influencer sur les performances et la fiabilité des systèmes technologiques spatiaux embarqués et au sol, et mettre en danger la vie ou la santé humaine ».

LA MÉTÉOROLOGIE DE L'ESPACE entre dans une phase de maturité qui nécessite plus de mesures, de dialogues et de modèles fiables.

Cette phraséologie catastrophiste a été rapidement reprise par la NASA, puis par l'ensemble des agences spatiales et, partant, par la presse mondiale. Aux États-Unis, elle a conduit à une escalade verbale, où l'on n'hésitait plus à envisager des « tsunamis solaires ». La position des Européens fut plus modérée. Les astrophysiciens des 23 nationalités réunies au premier Groupe européen de météorologie de l'espace que j'ai eu la chance d'organiser en 2003 avaient tous connu la guerre. Et leurs craintes de mourir d'une éruption solaire passaient bien après celles de périr d'une bombe, d'un tremblement de terre ou d'une attaque armée. Il nous fallait donc proposer notre propre définition de la météorologie de l'espace.

Ce fut fait après quatre années de vifs débats : « La météorologie de l'espace est la discipline qui traite de l'état physique et phénoménologique des environnements spatiaux naturels. Au moyen de l'observation, la surveillance, l'analyse et la modélisation, elle vise à plusieurs objectifs : d'une part, comprendre et prévoir l'état du Soleil, des environnements interplanétaires et planétaires, et des perturbations qui les affectent, qu'elles soient d'origine solaire ou pas. D'autre part, analyser en temps réel ou prévoir d'éventuels impacts sur les systèmes biologiques et technologiques. » Cette définition fut adoptée par l'Agence spatiale européenne (ESA) et la Commission européenne.

Notre premier objectif est d'étudier l'activité du Soleil. Le deuxième est d'élaborer des modèles fiables permettant de prévoir les éruptions solaires ; et, plutôt que de mentionner les dangers comme le font les astronomes américains, nous avons préféré évoquer les impacts sur les systèmes biologiques et techniques.

Les grands défis de la météorologie de l'espace pour les années à venir sont d'ordre organisationnel et scientifique. L'ESA a piloté le lancement européen de météorologie de l'espace dans les années 1990. Mais la météo de l'espace ne se réduit pas au secteur spatial. Aussi ai-je fixé en 2003 quatre objectifs : un Centre européen de prévision, une rencontre annuelle internationale, un portail grand public et une revue scientifique.

La Belgique s'est particulièrement investie, avec une volonté constante de collaboration, et c'est aujourd'hui à Bruxelles que le

Centre européen est implanté. Il donne des prévisions solaires et géomagnétiques d'une qualité équivalente à celles de l'agence américaine NOAA. La rencontre internationale, qui se tient dans diverses villes belges, réunit chaque année opérateurs, industriels, agences spatiales et scientifiques. Le portail www.spaceweather.eu offre des informations dans plusieurs langues de l'Union. Enfin, en 2011, avec Anna Behlaki, nous avons lancé le *Journal of Space Weather and Space Climate*, en accès libre sur Internet. Aujourd'hui, le réseau existe et grandit rapidement, mais il nous faut maîtriser cette croissance et, pour cela, obtenir un soutien pérenne des gouvernements, des agences spatiales et des industriels concernés.

Reste une difficulté de taille : nous devons améliorer nos connaissances scientifiques sur l'activité du Soleil. Aucune équipe n'a été

capable de prévoir ni la durée ni l'amplitude du dernier minimum solaire et, lors de la dernière rencontre de la Société européenne de géosciences qui s'est tenue à Vienne en avril, les avis divergeaient sur la date et l'ampleur du prochain maximum.

Pourquoi est-ce si important de mieux connaître l'activité solaire ? Parce que si nous pouvons prévoir les éruptions violentes, leur composition et l'énergie des particules qui les composent, nous serons capables de minimiser les risques tant pour les hommes que pour les instruments. Ainsi, dès à présent, quand on sait qu'une émission importante va avoir lieu, on prévient, par exemple, les compagnies aériennes qui, dès lors, peuvent dérouter un avion qui serait concerné, afin de minimiser l'exposition des passagers, mais surtout des personnels navigants qui sont régulièrement soumis aux particules cos-

miques. Le lancement d'une fusée peut être reporté de quelques heures pour éviter la bouffée attendue de particules cosmiques, qui risqueraient d'endommager l'électronique embarquée. Les satellites les plus exposés peuvent être programmés de la Terre pour adopter un mode dit de sauvegarde : de cette façon, le satellite cesse d'émettre, évitant d'envoyer des informations erronées.

La météorologie de l'espace entre dans une phase de maturité dont tout catastrophisme est exclu. Elle nécessite plus de mesures de toutes sortes, de dialogues entre les partenaires et de modèles fiables. ■

Jean LILENSTEN est chercheur à l'IPAG, Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble.



Réagissez en direct
à cet article sur
www.pourlascience.fr

ÉCONOMIE

Che forte l'Italia !

Mario Monti mène diverses réformes au pas de charge. Pourtant, selon le dicton, « Chi va piano, va sano e va lontano ». L'avenir dira s'il ira vraiment loin...

Alain TRANNOY

L'Italie revient à la mode, au moins chez les dirigeants libéraux qui jaloussent les réformes menées au pas de charge par Mario Monti. La cure de rigueur, la réforme des retraites, les libéralisations de l'économie, l'intensification de la lutte contre la fraude fiscale et la prochaine réforme du marché du travail, bientôt débattue au Parlement, le tout en un peu moins de quatre mois. En novembre 2011, l'Italie inquiétait l'aréopage des cercles dirigeants européens et les marchés financiers, tant elle semblait devenue vulnérable aux attaques spéculatives nourries par un possible défaut de la Grèce sur sa dette publique. Les taux sur les marchés financiers auxquels elle refinançait sa dette

dépassaient sept pour cent par an, faisant craindre le pire.

Et pourtant, il faut se garder de se tromper de diagnostic à propos de l'économie italienne. Son problème n'est pas tant sa dette

que sa croissance, voire sa décroissance. La dette publique rapportée au PIB représente aux alentours de 120 pour cent, et les trimestres de croissance nulle ou négative se succèdent. La croissance moyenne de 2002 à 2011 du PIB italien s'est établie à 0,26 pour cent par an, celles de la France et de l'Allemagne au voisinage de 1,1 pour cent sur la même période. La feuille de route de Mario Monti, à son arrivée au pouvoir, était claire : remettre l'économie italienne sur un sentier de croissance, notamment pour payer la dette.

La croissance économique est un phénomène complexe, et même si beaucoup a été écrit depuis Joseph Schumpeter (1883-1950), le premier économiste à en avoir proposé une explication, la faible croissance



appartient aux maladies chroniques, les plus difficiles à soigner en économie comme en médecine. Comment expliquer la perte de dynamisme de l'économie italienne ?

D'abord par une démographie stagnante, qui n'assure pas le renouvellement des générations. Le taux de fécondité italien est l'un des plus faibles du monde occidental. Beaucoup pointent l'absence de crèches ou un système de garde des enfants défaillant, et la difficulté à louer un logement. Les logements sociaux sont moins nombreux qu'en France. L'insertion des jeunes sur le marché du travail y est très difficile : près d'un tiers des jeunes âgés de 15 à 24 ans est au chômage, alors que le taux de chômage pour l'ensemble de la population n'est pas plus élevé que dans les autres pays européens. Or vitalités démographique et économique semblent aller de pair à long terme.

L'industrie italienne, la seconde de la zone euro, après celle de l'Allemagne et devant celle de la France, a toujours constitué une des forces de l'économie italienne. Pour l'habillement, la chaussure, l'électro-

ménager, les matériaux de construction qui sont tous des secteurs traditionnels, la hausse de l'euro par rapport au dollar a handicapé la compétitivité, d'autant que l'Italie a connu une hausse des prix à la consommation plus forte d'environ un demi-point par an par rapport à celle de l'Allemagne depuis la création de la monnaie unique.

Cette hausse témoigne d'une des principales faiblesses de l'économie italienne, celle du secteur des services et, en particulier, l'absence de concurrence intérieure qui se traduit par des gains de productivité inexistant, des phénomènes d'entente ou de collusion entre producteurs. La hausse des prix dans le secteur des services, largement prépondérant dans les économies des pays développés, handicape à un double titre l'économie italienne. D'une part, l'industrie est tout naturellement un client du secteur des services, d'où une facture élevée en services qui se répercute sur le prix de revient de ses produits à l'export. D'autre part, le consommateur italien voit son pouvoir d'achat amputé par la hausse des prix.

Dans l'arsenal des mesures adoptées par le gouvernement de Mario Monti, si l'on exclut celles qui comportent des économies pour le budget de l'État ou de la Sécurité sociale ou qui visent à mieux faire rentrer les impôts, seules deux réformes sont porteuses d'une croissance plus élevée à terme. La première élargit l'accès aux professions du secteur des services – pharmacies, taxis, stations-service, avocats, notaires. La seconde consiste à réformer le marché du travail en cherchant à en finir avec un dualisme où des travailleurs bien protégés, notamment du risque de licenciement dans les grandes entreprises, coexistent avec des travailleurs sans droits dans un secteur souvent informel. Les jeunes Italiens ont sans doute beaucoup à gagner d'un changement de système, mais la libéralisation du marché du travail va se heurter à une forte résistance syndicale et politique. ■

Alain TRANNOY est directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales, EHESS, à Marseille.

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les berges végétales : écologiques et économiques

Après « sous les pavés, la plage », dira-t-on « sous l'acier, les plantes » ?

Dans les canaux, on remplace peu à peu les berges d'acier par des berges végétales...

Christel FIORINA

Murs couverts de plantes qui isolent du milieu extérieur et créent des corridors écologiques, stations d'épuration où des roseaux assainissent les eaux usées... : les ouvrages de génie écologique sont nombreux et variés. Ce domaine consiste à réaliser divers aménagements à l'aide de matériaux naturels. Né dans les années 1980, il connaît un essor important

depuis cinq ans, sous l'impulsion des politiques de préservation de l'environnement et de la biodiversité. À mesure que les résultats d'expérience s'accumulent, une filière opérationnelle émerge. L'une des branches les plus développées est le génie végétal, fondé sur l'exploitation des plantes. À l'origine, l'objectif était de rendre leurs caractéristiques naturelles à des milieux anthropisés, tels des ruisseaux et des cours d'eau enfer-

més dans des canalisations, ou de restaurer des milieux dégradés, telles les zones humides (la moitié de ces dernières avaient disparu en France).

Aujourd'hui, le génie végétal s'applique avec succès à des infrastructures artificielles de transport, tels les canaux : les racines des plantes stabilisent leurs berges de façon pérenne, ce qui présente de multiples intérêts. Dans le Nord-Est, l'établissement public