

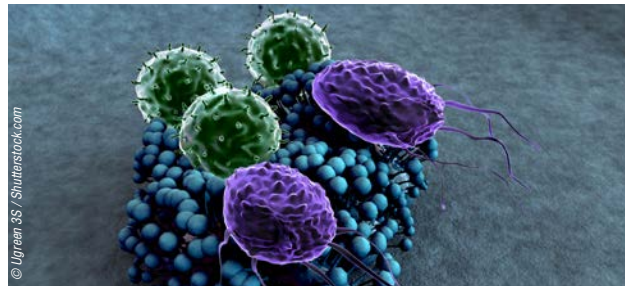
Immunothérapie

Se défendre contre la maladie d'Alzheimer

Dans la maladie d'Alzheimer, certains neurones du cerveau meurent prématurément, de sorte que les patients perdent la mémoire. Depuis quelques années, les chercheurs ont découvert un nouvel acteur en jeu dans cette pathologie : le système immunitaire, qui combat les organismes étrangers ou détruit les cellules malignes. Mais ce système agit aussi « autour » des régions cérébrales malades (présentant des amas de peptides amyloïdes dits A β), où il provoque une inflammation, sans que l'on sache vraiment si cette inflammation constitue un ennemi ou un allié pour l'organisme.

Or une équipe dirigée par Guillaume Dorothée, à l'Inserm, vient de mettre en évidence une piste d'immunothérapie pour ralentir l'apparition des troubles de la mémoire : elle consiste à moduler cette neuro-inflammation.

Notre système immunitaire est beaucoup plus compliqué qu'il n'y paraît. Il dispose d'une grande variété de fantassins, dont les lymphocytes T et les cellules microgliales. Alors que



Des cellules de notre système immunitaire s'attaquent ici à un amas de champignons ; correctement régulés, ils « protégeraient » aussi notre mémoire dans la maladie d'Alzheimer.

certaines présentent surtout des activités « pro-inflammatoires » potentiellement neurotoxiques, d'autres ont des fonctions majoritairement « anti-inflammatoires » avec des effets neuroprotecteurs. Mais une autre catégorie de cellules T existe : les « régulateurs », notés Treg, qui jouent un rôle critique dans la régulation de ces réponses immunitaires.

Guillaume Dorothée et ses collègues ont donc modulé la quantité de cellules Treg dans un modèle murin de maladie d'Alzheimer. En injectant aux souris de faibles quantités d'interleukine-2, ce qui permet

d'amplifier sélectivement les Treg, ils ont favorisé une réponse neuro-inflammatoire bénéfique autour des plaques amyloïdes, via le recrutement de cellules microgliales, et ralenti la perte des fonctions cognitives.

À l'inverse, en diminuant la quantité de Treg, ils ont accéléré le développement de la maladie. L'interleukine-2 étant déjà utilisée dans d'autres protocoles cliniques, un essai clinique pilote chez l'homme est d'ores et déjà envisagé.

Bénédicte Salthun-Lassalle

C. Dansokho et al., *Brain*, en ligne le 1^{er} février 2016

Érection cellulaire

Après l'ablation de la prostate à la suite d'un cancer de cet organe, de nombreux patients souffrent de troubles de l'érection : la chirurgie lèse souvent des vaisseaux et nerfs accolés à la prostate et dont dépend l'érection. L'équipe de René Yiou, du service d'urologie de l'hôpital Henri-Mondor, à Créteil, a mené un essai clinique consistant à injecter des cellules souches dans le pénis de 12 patients souffrant de troubles sévères de l'érection à la suite d'une prostatectomie. Les cellules souches, prélevées dans la moelle osseuse des patients, se sont transformées en cellules endothéliales, musculaires lisses et conjonctives dans la zone endommagée et ont aussi sécrété des substances favorisant la réparation des vaisseaux sanguins et des nerfs. Après six mois, les patients, médicamenteux ou non, ont rapporté une amélioration significative de l'érection, de la rigidité du pénis et de la qualité des rapports sexuels. Des résultats que devront confirmer de futurs tests.

Histoire des sciences

Les Babyloniens, forts en mécanique céleste

Les prêtres de Babylonie de l'époque hellénistique (entre 331 et 141 avant notre ère) étaient des astronomes compétents. Ils utilisaient des méthodes arithmétiques pour calculer le mouvement des planètes et consignaient leurs observations sur des tablettes d'argile.

Mathieu Ossendrijver, de l'université Humboldt, à Berlin, a découvert qu'ils utilisaient aussi une approche géométrique fondée sur des concepts abstraits qui ne sera découverte en Europe qu'au XIV^e siècle de notre ère, par un groupe de penseurs de Merton College, à l'université

d'Oxford, et surnommés les « calculateurs d'Oxford ».

Les travaux de Mathieu Ossendrijver se sont concentrés sur cinq tablettes d'argile couvertes de textes cunéiformes, datant de 350 à 50 avant notre ère, qui appartiennent à la collection du British Museum, à Londres. C'est en recoupant les informations parcellaires des tablettes que le chercheur a compris qu'il s'agissait d'une technique pour étudier le mouvement de Jupiter.

Pour calculer le déplacement de la planète dans le ciel, les Babyloniens ont mis au point une méthode géométrique qui revient

à tracer la vitesse de déplacement en fonction du temps. Entre deux points de mesure, on obtient alors un trapèze dont l'aire correspond au déplacement total entre les deux dates.

Contemporains des prêtres de la Babylonie hellénistique, les Grecs utilisaient d'autres types de raisonnements géométriques, en particulier la géométrie dans l'espace, pour imaginer les orbites des planètes, mais ils ne semblent pas avoir utilisé des constructions aussi abstraites reliant la vitesse et le temps pour calculer une distance.

S. B.

Science, vol. 351, pp. 482-484, 2016



Sur cette tablette d'argile, un astronome babylonien a détaillé une méthode géométrique pour calculer la progression de Jupiter dans le ciel.

Bactérie antidouleur

Calmer les douleurs abdominales chroniques à l'aide d'une bactérie : c'est ce que proposent Philippe Langella (Inra/AgroParisTech), Frédéric Carvalho (Inserm/université d'Auvergne) et leurs collègues. Ils ont montré que les douleurs associées aux maladies inflammatoires chroniques de l'intestin sont concomitantes à une diminution de l'abondance d'une bactérie, *Faecalibacterium prausnitzii*, dans l'intestin, et qu'en administrant cette bactérie à des modèles animaux de ces maladies, ils restaurent une sensibilité normale des intestins.

Peut-on lire plus vite ?

Les techniques pour lire plus vite connaissent un nouvel essor à l'ère du numérique. Partant du principe que les mouvements des yeux ralentissent la lecture, certaines applications font par exemple défiler les mots un par un au centre de l'écran pour neutraliser ces mouvements. Mais selon l'équipe d'Elizabeth Schotter, de l'université de Californie à San Diego, qui a passé en revue les recherches sur le sujet, notre vitesse de lecture est surtout limitée par les processus cognitifs liés au traitement du langage et des informations. L'accélération se fait alors au détriment de la compréhension.

Vieille chasse en Arctique

Le jeune mammouth n'avait jamais vu d'hommes. Quand leurs traits commencèrent à le lacérer, il fuit, mais les chasseurs le poursuivirent, l'accablèrent contre une rivière et continuèrent à le transpercer de toutes parts. 45 000 ans plus tard, Alexei Tikhonov, de l'Académie russe des sciences, a retrouvé ce mammouth toujours couché sur la rive d'une rivière sibérienne tout près de la mer de Bara. Cette découverte est notable, car cette scène de chasse figée dans le pergélisol traduit la présence de chasseurs dans l'Arctique bien plus tôt que soupçonné.

Archéologie

Embuscade au Paléolithique tardif

L'équipe de Marta Mirazón Lahr, de l'université de Cambridge, vient de documenter un cas très impressionnant de guerre au Paléolithique : il y a quelque 10 000 ans, à Nataruk, un endroit situé à une trentaine de kilomètres à l'ouest du lac Turkana au Kenya, pas moins de 27 hommes, femmes et enfants sont morts sous des coups très violents à la tête. Parmi eux,

12 sont tombés dans l'eau à côté de la rive vaseuse du lac, qui s'étendait alors jusque-là. Certains d'entre eux ont été faits prisonniers avant d'être massacrés : tout indique qu'ils sont morts les mains liées. Phénomène rarissime en Afrique, leurs squelettes ont vite été recouverts de sédiments et se sont conservés, de sorte qu'ils nous apportent un témoignage riche et fiable sur la

violence entre groupes humains à l'âge de pierre.

Il semble ainsi qu'à la fin du Paléolithique africain, un groupe de chasseurs-cueilleurs en a attaqué un autre d'abord par une volée de flèches, puis par une charge brutale à la massue. Détail notable : des tessons de poterie ont été découverts. Or, comme l'a souligné l'anthropologue français Alain Testart, disparu en 2013, quand des chasseurs-cueilleurs trouvent sur un territoire des ressources régulières et périodiquement assurées, ils tendent à pratiquer une prédation semi-nomade accompagnée de stockage et d'une semi-sédentarité. Ils deviennent donc territoriaux – l'une des sources possibles de conflit.

F. S.

Nature, vol. 529, pp. 394-398, 2016



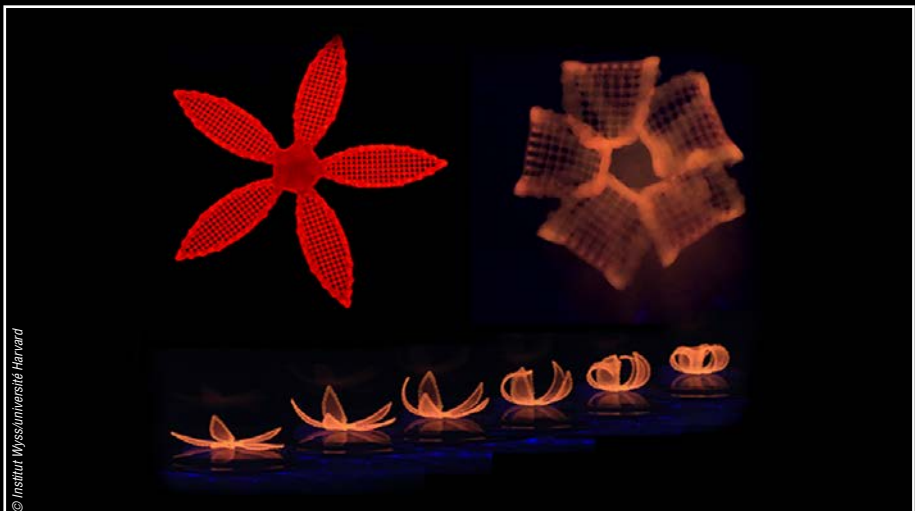
Cette victime d'une guerre paléolithique est morte d'un violent coup sur l'occiput.

Marta Mirazón Lahr

Insolite

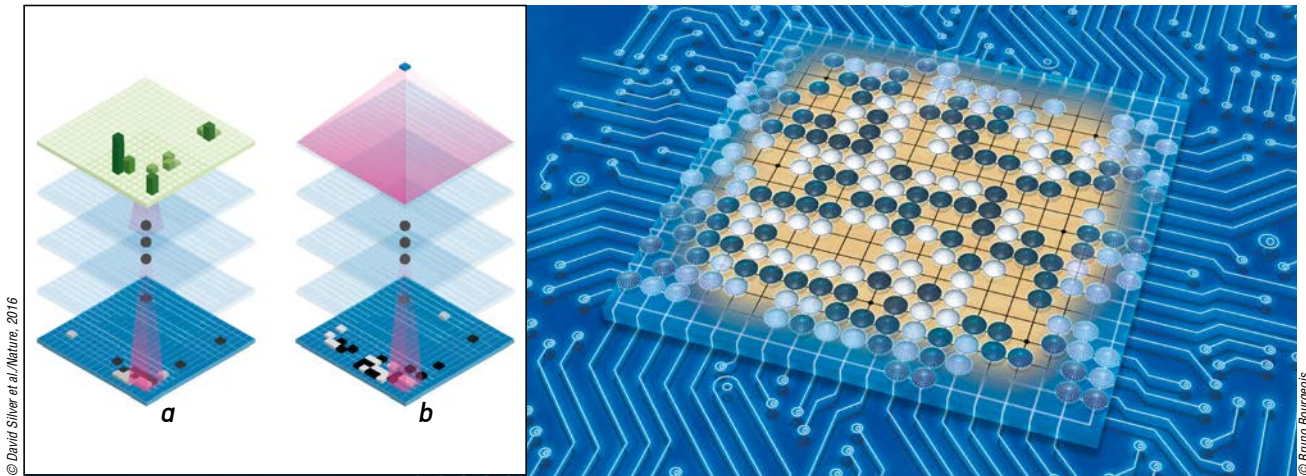
Des fleurs en impression 4D

Produits par impression 3D, les objets de l'équipe de Jennifer Lewis, de l'université Harvard, changent aussi de forme au cours du temps (la quatrième dimension). Les chercheurs se sont inspirés de structures végétales qui évoluent en fonction des conditions d'humidité et de température. Ainsi, l'hydrogel utilisé pour l'impression 3D contient des fibrilles de cellulose. Un modèle mathématique détermine comment structurer l'objet de sorte que, plongé dans l'eau, l'objet gonfle selon certaines directions, se replie ou se tord. Les chercheurs envisagent déjà des applications dans le domaine biomédical.



© Institut Wyss université Harvard

Informatique



Jeu de go : une intelligence artificielle bat un joueur professionnel

Concevoir un logiciel capable de battre les meilleurs joueurs de go était un défi. AlphaGo, fondé sur la méthode de l'apprentissage profond, vient de vaincre le champion d'Europe.

En octobre dernier, lorsque Fan Hui, un Français d'origine chinoise et champion d'Europe, aborde ses matches contre AlphaGo, le programme de la société DeepMind, une filiale de Google, il est convaincu qu'il va gagner. Il a déjà joué contre des intelligences artificielles, et celles-ci restaient bien en dessous du niveau des joueurs professionnels humains. Pourtant, cette fois, il en va tout autrement. Le score est sans appel : le champion d'Europe s'incline face à la machine par 5 à 0. Pour vaincre l'humain, AlphaGo s'est appuyé sur une technique récente dans le domaine de l'intelligence artificielle, l'apprentissage profond.

Malgré la simplicité de ses règles, le jeu de go, apparu il y a près de 4 000 ans en Chine, est un défi pour les informaticiens qui veulent développer un programme informatique capable de jouer avec un bon niveau. En effet, il y a environ 10^{170} configurations possibles de jeu et un programme est incapable de les passer toutes en revue pour trouver la meilleure stratégie. De la même façon, le jeu d'échecs offre trop de possibilités

pour l'attaquer par la force brute, mais il est suffisant d'estimer, à l'horizon de quelques tours, les coups qui mettent le joueur en position de force. Au go, il est bien plus difficile d'évaluer si une position est avantageuse ou non, l'impact d'une pièce pouvant se répercuter très loin sur le plateau de jeu, le goban.

La plupart des logiciels de go atteignent le niveau d'un bon joueur amateur. Ils reposent sur une recherche arborescente de type Monte-Carlo. Cet algorithme consiste à choisir aléatoirement un certain nombre de coups possibles et à évaluer pour chacun les chances de finir la partie sur une victoire ou une défaite, puis à sélectionner le coup le plus efficace et à explorer plus en profondeur cette partie de l'arbre des coups. En augmentant le nombre de simulations, on affine les pronostics. Cependant, cette approche requiert un important temps de calcul.

Les chercheurs de la société DeepMind ont optimisé cette approche en y associant l'apprentissage profond de réseaux de neurones. Dans AlphaGo, l'idée est en partie de créer une représentation

abstraite du goban en vue d'en extraire des informations qui seront utilisées pour réduire le nombre de choix dans l'arbre de recherche Monte-Carlo. La puissance des réseaux de neurones est qu'un tel système se renforce à partir d'exemples et d'expériences. Dans un premier temps de la phase d'apprentissage, AlphaGo a analysé 30 millions de parties jouées par des professionnels. Il a alors défini des politiques de sélection et d'évaluation des coups les plus performants. Dans une deuxième phase, le programme a joué contre lui-même sur 50 ordinateurs, améliorant sa stratégie de jeu à chaque itération.

La communauté des joueurs et les développeurs de DeepMind attendent avec impatience la rencontre qui opposera AlphaGo au champion du monde, Lee Sedol, en mars. De nombreux observateurs pensent que le joueur coréen pourrait donner plus de fil à retordre au programme informatique que le joueur français. Le suspense est entier.

S. B.

D. Silver et al., Nature, vol. 529, pp. 484-489, 2016

Le goban, le plateau du jeu de go (à droite), offre un grand choix de mouvements, de sorte qu'il est difficile pour un programme informatique d'évaluer l'efficacité d'un coup. Pour y parvenir, AlphaGo s'appuie sur un ensemble de réseaux de neurones ; certains définissent des politiques de coups à jouer (a) – ils estiment la probabilité de chaque coup –, d'autres évaluent les chances de victoire pour chaque configuration des pièces sur le goban (b).

Astronomie

La plus brillante supernova

Parmi les supernovæ, les plus lumineuses sont les SLSNe (pour *Super Luminous Supernovae*), mais on ignore les mécanismes d'une telle brillance. La supernova ASASSN-15lh n'en est que plus énigmatique, car elle bat tous les records ! Son intensité lumineuse, au moins deux fois plus élevée que celle des supernovæ connues, équivaldrait à près de vingt fois l'émission lumineuse de l'ensemble des étoiles de la Voie lactée.

ASASSN-15lh a été repérée dans le cadre du projet ASAS-SN (un relevé automatisé du ciel pour les supernovæ) de l'université d'État de l'Ohio. Selon Subo Dong, de l'université de Beijing, et ses collègues, elle serait à rapprocher de la famille des SLSNe pauvres en hydrogène, mais elle en serait un membre aux conditions extrêmes. Le centre de l'objet est peut-être un magnétar en rotation rapide, mais d'autres scénarios sont en lice. À suivre...

Lisa Picot

S. Dong et al., *Science*, vol. 351, pp. 257-260, 2016

Neurosciences

Quand la voix change l'émotion

Lorsque nous parlons, nous prêtons peu attention au son de notre voix. Et pourtant, une combinaison d'aires cérébrales en analysent le timbre, les inflexions et même l'émotion dont il est porteur. Tout cela se fait inconsciemment, mais avec des effets qui viennent d'être mesurés par une équipe internationale dont des spécialistes de l'Ircam, à Paris, et de l'université de Dijon.

Ces chercheurs ont enregistré des volontaires à l'aide d'un micro, ont modifié leur timbre vocal de façon à lui donner toutes les caractéristiques sonores d'une voix joyeuse, et leur ont fait entendre (avec un décalage de 30 millisecondes) cette voix modifiée grâce à un casque audiophonique.

Grâce à des questionnaires, les chercheurs ont constaté que l'humeur des volontaires était modifiée. Les personnes se sentaient plus allègres qu'en l'absence de manipulation. Leur cerveau refaçonnait leur émotion interne à partir de la voix qu'elles croyaient produire ! Les chercheurs indiquent que de nombreuses pathologies mentales sont caractérisées par des dérèglements émotionnels et que ce type de modulation pourrait se révéler précieux.

Sébastien Bohler

J.-J. Aucouturier et al., *PNAS*, vol. 113(4), pp. 948-953, 2016

Microbiologie

Tuberculose : un bacille rugueux

Le bacille de la tuberculose, *Mycobacterium tuberculosis*, a augmenté sa virulence... en se dénudant un peu. C'est ce qu'ont montré Eva Boritsch, de l'institut Pasteur, à Paris, et ses collègues, en comparant son génome à celui de ses proches cousines, les bactéries *Mycobacterium canettii*.

Les souches connues de cette espèce sont moins virulentes et moins persistantes que *M. tuberculosis*. Les biologistes ont d'abord recherché des différences visibles – « phénotypiques » – et se sont concentrés sur l'une d'elles : en culture sur un milieu nutritif solide, *M. canettii* forme des colonies lisses, tandis que celles de *M. tuberculosis* sont rugueuses.

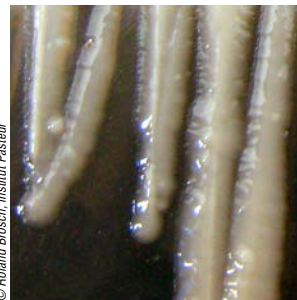
En comparant les génomes d'une souche de *M. canettii* lisse et de deux mutants spontanés de *M. canettii* devenus rugueux, ils ont identifié une différence dans une région du génome qui, chez d'autres mycobactéries, est impliquée dans la synthèse d'un

glycolipide habillant l'enveloppe des bactéries, le lipopolysaccharide. Non seulement les mutants rugueux ne produisaient plus ce glycolipide, mais leur virulence était supérieure, tant dans des cellules humaines que dans des souris rendues immunodéficientes. De plus, en corrigeant la région modifiée du génome des souches rugueuses, les biologistes les ont rendues lisses, preuve qu'elle commandait bien la rugosité.

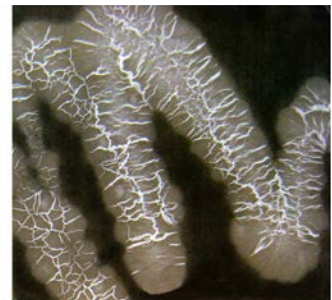
Chez *M. tuberculosis*, ils ont ensuite retrouvé une modification similaire dans la même région du génome et montré que le glycolipide était absent de l'enveloppe bactérienne. Ainsi, la transformation de l'ancêtre de *M. tuberculosis*, peu virulent, en un bacille pathogène s'est accompagnée d'une modification importante de son enveloppe qui a peut-être avantagé le bacille lors des infections.

Marie-Neige Cordonnier

E. C. Boritsch et al., *Nature Microbiology*, en ligne le 27 janvier 2016



© Roland Boritsch, Institut Pasteur



Sur un milieu de culture solide, les colonies du bacille de la tuberculose sont rugueuses (à droite), tandis que celles de ses cousines, *M. canettii*, sont lisses (à gauche). Virulence de la bactérie rimerait avec rugosité...

Record du plus grand nombre premier

Curtis Cooper, professeur à l'université de Central Missouri, a battu le record du plus grand nombre premier découvert (ces nombres qui ne sont divisibles que par un ou eux-mêmes). Ce nouveau nombre premier comporte 22 338 618 chiffres et s'écrit sous la forme compacte : $2^{74\,207\,281} - 1$. Pour le découvrir, le chercheur a utilisé un programme collaboratif, GIMPS, qui traque un type particulier de nombres premiers, dits de Mersenne. Ces nombres sont de la forme $2^p - 1$, où p est lui-même un nombre premier.

Césarienne et microbiote

À la naissance, les bébés acquièrent leur microbiote – l'ensemble des microorganismes qui peuplent le corps – lors de la traversée du vagin. Mais la césarienne court-circuite ce processus et le microbiote acquis diffère alors, ce qui augmente peut-être le risque de développer un

trouble métabolique ou immunitaire. En exposant quatre bébés nés par césarienne aux fluides vaginaux de leurs mères, Maria Dominguez-Bello, de l'université de New York, et ses collègues ont partiellement restauré leur microbiote. Un premier résultat encourageant, même si l'effet à long terme doit encore être étudié.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

PARTEZ À L'ASSAUT DU CIEL!



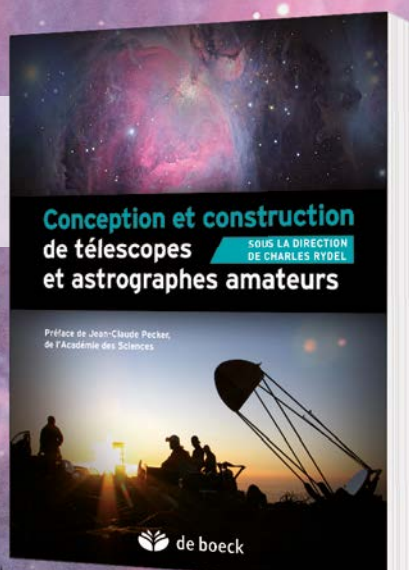
Vous rêvez de concevoir votre télescope mais vous ne savez pas par où commencer? Les amateurs les plus pointus vous prennent par la main pour vous guider, au travers de leurs réalisations, vers les meilleures techniques de construction. Soleil, étoiles, galaxies, analyse spectrale, rien n'est oublié des activités de l'astronome amateur dans cet ouvrage collectif qui réunit pour la première fois des amateurs français et européens.

Avec eux, partez à l'assaut du ciel !

Sous la direction de Charles Rydel
1^{re} édition • Janvier 2016 • 240 p.
• 55€ • 978-2-8041-9077-4

Déjà paru:

Sous la direction de Charles Rydel
1^{re} édition • Juin 2012



En librairie et sur www.deboecksuperieur.com

 **de boeck**
supérieur