

Le Principe de Lucifer

Tome 2

Une expédition scientifique dans les
forces qui gouvernent l'Histoire :

Le Cerveau Global

Du même auteur :

Le Principe de Lucifer Tome 1, Le Jardin des Livres
Le Génie du Capitalisme, Le Jardin des Livres

l'auteur de "Sinouhé l'Égyptien"

éditions Le Jardin des Livres

Vous n'avez encore choisi aucun livre, pour commander, cliquez sur [Je veux ce livre](#) sous chaque livre.
Votre commande vous est alors présentée, ci-même.

Les Livres (par thèmes) PDFs gratuits Commander Votre panier multimedia

Les auteurs liens librairies : France Belgique Québec Suisse

recevoir le Catalogue contact & email envoi manuscrits

Commandez par téléphone : 01 44 09 08 78
Commandez votre librairie
Commandez sur ce site sécurisé

243 Bis Blvd Pereire, PARIS 75017
Librairie 10h-23h, 7j/24, 77 Blvd du Montparnasse
Dom-Tom : cliquez sur Librairies, puis France

L'OR DES FOUS

GILLIAN TETT

Comment une équipe de jeunes banquiers de la JP Morgan a révolutionné le monde de la finance en inventant le produit miracle qui cumule le risque d'impayés

INDISPENSABLE !
The New Yorker

LE BEST SELLER MONDIAL
ENFIN DISPONIBLE EN FRANÇAIS

"L'or des fous décrit, pas à pas, comment les banquiers ont creusé leur propre tombe"
La Tribune de Genève

"Gillian Tett a écrit un livre formidable qui est l'histoire des banquiers devenus diaboliques. La traductrice a fait un travail remarquable."
Radio Courtoisie FM

L'OR DES FOUS

INDISPENSABLE !
01 02 00 1 36 47

"Un livre littéralement proche d'un thriller, qui nous montre comment la cupidité des banquiers a scindé la branche sur laquelle ils étaient tranquillement assis"
Le Reve de la Banque

"Le livre sur la crise et la JP Morgan"
L'Express

"Déjà un livre d'histoire, qui se lit comme un roman"
l'Économiste Grand Lac FM

"Une leçon d'histoire, de politique et d'économie. Un must"
Alternative Economiques

"L'Or des Fous se lit comme un thriller. Il s'agit d'une frappe des moments redoutables où la cupidité humilie l'intelligence. Car certains avaient perçu le danger, dont l'auteur, certain savaient averti, on leur avait ri au nez. Une peste élitiste auto-proclamée, méprisante et absolument ignorante du sens de la chose publique a cru trouver une formule mathématique qui permettait aux banques de gagner à tous les coups. La formule en question avait même intégré les probabilités pour un être humain de décider, ou plutôt de devenir inadéquat, dans les mois qui suivent la perte de son conjoint, d'un enfant, d'un emploi! Aucun n'avait mesuré que l'hypercomplexité des relations humaines ne saurait se mettre en équation sauf à réduire l'humain ce qui caractérise les pensées totalitaires. Car, ce qui frappe à la lecture du travail rigoureux de Gillian Tett est bien que la pensée financière et bancaire est par essence totalitaire"
Lettre du Crocodile

Découvrez le livre en cliquant ici

PAR THÈMES :

- Anges et anges gardiens
- Apparitions de la Vierge
- Au-delà
- Climat
- Documents bibliques
- Économie
- Enoch
- Frontières de la mort
- Généalogie
- Histoire des religions
- La Vie du Christ
- Milla Valenti
- Pierre Jouvenot
- Mythologies
- Mythologie
- Réincarnation
- Romans surnaturels
- Saint
- Saint Jude et Saint
- Sumar
- Valérius
- Vie après la mort
- Les Nouveautés
- Catalogue Gratuit

VOIR PARIS ET MOURIR

Je veux ce livre

L'ÉVANGILE ULTIME

Je veux ce livre

777

Je veux ce livre

Thérèse Neumann

Je veux ce livre

Notre-Dame de l'Apocalypse

Je veux ce livre

ENFIN DISPONIBLE:

L'OR DES FOUS

INDISPENSABLE !
The New Yorker

LE BEST SELLER MONDIAL
ENFIN DISPONIBLE EN FRANÇAIS

"L'or des fous décrit, pas à pas, comment les banquiers ont creusé leur propre tombe"
La Tribune de Genève

"Gillian Tett a écrit un livre formidable qui est l'histoire des banquiers devenus diaboliques. La traductrice a fait un travail remarquable."
Radio Courtoisie FM

L'OR DES FOUS

INDISPENSABLE !
01 02 00 1 36 47

"Un livre littéralement proche d'un thriller, qui nous montre comment la cupidité des banquiers a scindé la branche sur laquelle ils étaient tranquillement assis"
Le Reve de la Banque

"Le livre sur la crise et la JP Morgan"
L'Express

"Déjà un livre d'histoire, qui se lit comme un roman"
l'Économiste Grand Lac FM

"Une leçon d'histoire, de politique et d'économie. Un must"
Alternative Economiques

"L'Or des Fous se lit comme un thriller. Il s'agit d'une frappe des moments redoutables où la cupidité humilie l'intelligence. Car certains avaient perçu le danger, dont l'auteur, certain savaient averti, on leur avait ri au nez. Une peste élitiste auto-proclamée, méprisante et absolument ignorante du sens de la chose publique a cru trouver une formule mathématique qui permettait aux banques de gagner à tous les coups. La formule en question avait même intégré les probabilités pour un être humain de décider, ou plutôt de devenir inadéquat, dans les mois qui suivent la perte de son conjoint, d'un enfant, d'un emploi! Aucun n'avait mesuré que l'hypercomplexité des relations humaines ne saurait se mettre en équation sauf à réduire l'humain ce qui caractérise les pensées totalitaires. Car, ce qui frappe à la lecture du travail rigoureux de Gillian Tett est bien que la pensée financière et bancaire est par essence totalitaire"
Lettre du Crocodile

Découvrez le livre en cliquant ici

BYTHE MASTERS

Pierre Jovanovic

La banque de la JP Morgan, à l'origine de la crise mondiale. Ce qu'elle a fait, ce qu'elle va faire...

Le Jardin des Livres

"BYTHE MASTERS", LA FEMME QUI A DÉCLENCHÉ LA CRISE FINANCIÈRE, LE LIVRE. ÉVÈNEMENT SUR LA CRISE

"Je n'ai jamais pris un coup de poing. Celui de Bythe Masters a un effet retentissant comme une fusillade dans une foule de manifestants ! Combien de morts ? Sur le ring avec sa mafia de traders, elle gagne à tous les coups ! Et tous les coups sont permis. Pour combien de temps encore en tête du box-office? ... En ces temps de chaos et de dérèglement sur toute la planète, nous ne pouvons être bien informés et armés pour la suite des festivités ! (Ce premier...)" Martine Locatelli

"J'ai pris connaissance de l'analyse... dans le livre Bythe Masters... Je suis déterminé en particulier à ouvrir à la régulation des marchés des matières premières agricoles" Nicolas Salkooy

Recevez-le directement chez vous
260 pages, 19,9 €

[Je veux ce livre](#)

Cliquez ici pour toutes les critiques.

L'ÉVANGILE ULTIME DU CHRIST:

L'OR DES FOUS

INDISPENSABLE !
The New Yorker

LE BEST SELLER MONDIAL
ENFIN DISPONIBLE EN FRANÇAIS

"L'or des fous décrit, pas à pas, comment les banquiers ont creusé leur propre tombe"
La Tribune de Genève

"Gillian Tett a écrit un livre formidable qui est l'histoire des banquiers devenus diaboliques. La traductrice a fait un travail remarquable."
Radio Courtoisie FM

L'OR DES FOUS

INDISPENSABLE !
01 02 00 1 36 47

"Un livre littéralement proche d'un thriller, qui nous montre comment la cupidité des banquiers a scindé la branche sur laquelle ils étaient tranquillement assis"
Le Reve de la Banque

"Le livre sur la crise et la JP Morgan"
L'Express

"Déjà un livre d'histoire, qui se lit comme un roman"
l'Économiste Grand Lac FM

"Une leçon d'histoire, de politique et d'économie. Un must"
Alternative Economiques

"L'Or des Fous se lit comme un thriller. Il s'agit d'une frappe des moments redoutables où la cupidité humilie l'intelligence. Car certains avaient perçu le danger, dont l'auteur, certain savaient averti, on leur avait ri au nez. Une peste élitiste auto-proclamée, méprisante et absolument ignorante du sens de la chose publique a cru trouver une formule mathématique qui permettait aux banques de gagner à tous les coups. La formule en question avait même intégré les probabilités pour un être humain de décider, ou plutôt de devenir inadéquat, dans les mois qui suivent la perte de son conjoint, d'un enfant, d'un emploi! Aucun n'avait mesuré que l'hypercomplexité des relations humaines ne saurait se mettre en équation sauf à réduire l'humain ce qui caractérise les pensées totalitaires. Car, ce qui frappe à la lecture du travail rigoureux de Gillian Tett est bien que la pensée financière et bancaire est par essence totalitaire"
Lettre du Crocodile

Découvrez le livre en cliquant ici

BYTHE MASTERS

Pierre Jovanovic

La banque de la JP Morgan, à l'origine de la crise mondiale. Ce qu'elle a fait, ce qu'elle va faire...

Le Jardin des Livres

"BYTHE MASTERS", LA FEMME QUI A DÉCLENCHÉ LA CRISE FINANCIÈRE, LE LIVRE. ÉVÈNEMENT SUR LA CRISE

"Je n'ai jamais pris un coup de poing. Celui de Bythe Masters a un effet retentissant comme une fusillade dans une foule de manifestants ! Combien de morts ? Sur le ring avec sa mafia de traders, elle gagne à tous les coups ! Et tous les coups sont permis. Pour combien de temps encore en tête du box-office? ... En ces temps de chaos et de dérèglement sur toute la planète, nous ne pouvons être bien informés et armés pour la suite des festivités ! (Ce premier...)" Martine Locatelli

"J'ai pris connaissance de l'analyse... dans le livre Bythe Masters... Je suis déterminé en particulier à ouvrir à la régulation des marchés des matières premières agricoles" Nicolas Salkooy

Recevez-le directement chez vous
260 pages, 19,9 €

[Je veux ce livre](#)

Cliquez ici pour toutes les critiques.

L'ÉVANGILE ULTIME DU CHRIST:

L'OR DES FOUS

INDISPENSABLE !
The New Yorker

LE BEST SELLER MONDIAL
ENFIN DISPONIBLE EN FRANÇAIS

"L'or des fous décrit, pas à pas, comment les banquiers ont creusé leur propre tombe"
La Tribune de Genève

"Gillian Tett a écrit un livre formidable qui est l'histoire des banquiers devenus diaboliques. La traductrice a fait un travail remarquable."
Radio Courtoisie FM

L'OR DES FOUS

INDISPENSABLE !
01 02 00 1 36 47

"Un livre littéralement proche d'un thriller, qui nous montre comment la cupidité des banquiers a scindé la branche sur laquelle ils étaient tranquillement assis"
Le Reve de la Banque

"Le livre sur la crise et la JP Morgan"
L'Express

"Déjà un livre d'histoire, qui se lit comme un roman"
l'Économiste Grand Lac FM

"Une leçon d'histoire, de politique et d'économie. Un must"
Alternative Economiques

"L'Or des Fous se lit comme un thriller. Il s'agit d'une frappe des moments redoutables où la cupidité humilie l'intelligence. Car certains avaient perçu le danger, dont l'auteur, certain savaient averti, on leur avait ri au nez. Une peste élitiste auto-proclamée, méprisante et absolument ignorante du sens de la chose publique a cru trouver une formule mathématique qui permettait aux banques de gagner à tous les coups. La formule en question avait même intégré les probabilités pour un être humain de décider, ou plutôt de devenir inadéquat, dans les mois qui suivent la perte de son conjoint, d'un enfant, d'un emploi! Aucun n'avait mesuré que l'hypercomplexité des relations humaines ne saurait se mettre en équation sauf à réduire l'humain ce qui caractérise les pensées totalitaires. Car, ce qui frappe à la lecture du travail rigoureux de Gillian Tett est bien que la pensée financière et bancaire est par essence totalitaire"
Lettre du Crocodile

Découvrez le livre en cliquant ici

BYTHE MASTERS

Pierre Jovanovic

La banque de la JP Morgan, à l'origine de la crise mondiale. Ce qu'elle a fait, ce qu'elle va faire...

Le Jardin des Livres

"BYTHE MASTERS", LA FEMME QUI A DÉCLENCHÉ LA CRISE FINANCIÈRE, LE LIVRE. ÉVÈNEMENT SUR LA CRISE

"Je n'ai jamais pris un coup de poing. Celui de Bythe Masters a un effet retentissant comme une fusillade dans une foule de manifestants ! Combien de morts ? Sur le ring avec sa mafia de traders, elle gagne à tous les coups ! Et tous les coups sont permis. Pour combien de temps encore en tête du box-office? ... En ces temps de chaos et de dérèglement sur toute la planète, nous ne pouvons être bien informés et armés pour la suite des festivités ! (Ce premier...)" Martine Locatelli

"J'ai pris connaissance de l'analyse... dans le livre Bythe Masters... Je suis déterminé en particulier à ouvrir à la régulation des marchés des matières premières agricoles" Nicolas Salkooy

Recevez-le directement chez vous
260 pages, 19,9 €

[Je veux ce livre](#)

Cliquez ici pour toutes les critiques.

L'ÉVANGILE ULTIME DU CHRIST:

www.lejardindeslivres.fr

Howard Bloom

Le Principe de Lucifer

Tome 2

Une expédition scientifique dans les
forces qui gouvernent l'Histoire :

Le Cerveau Global

Traduit par A. Flouriot et C. Hennebault



Le jardin des Livres
Paris

© Howard Bloom

© 2003-2013 Le jardin des Livres pour la traduction française

Le jardin des Livres ®

243 bis, Boulevard Pereire – Paris 75827 Cedex 17

Toute reproduction, même partielle par quelque procédé que ce soit, est interdite sans autorisation préalable. Une copie par Xérographie, photographie, support magnétique, électronique ou autre constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 et du 3 juillet 1995, sur la protection des droits d'auteur. Livre publié en accord avec Baror International Inc. PO Box 868 Armonk, NY, 10504-0868 USA.

Revue de Presse

Le Principe de Lucifer Tome 2

« Le Cerveau Global »

Howard Bloom pourrait bien être le nouveau Stephen Hawking. Simplement, il ne s'intéresse pas seulement à la science, il s'intéresse aussi à l'âme.

Aaron Hicklin, Gear

Un merveilleux *Cantique des Cantiques* à propos des origines amoureuses de l'Univers et de son besoin presque médiéval de copuler.

Kevin Kelly, Editor

J'ai rencontré Dieu, il habite à Brooklyn (...) Howard Bloom est le suivant d'une lignée de penseurs séminaux qui comprend Newton, Darwin, Einstein, Freud et Buckminster Fuller (...) Il va changer la manière avec laquelle nous nous voyons ainsi que tout ce qui nous entoure.

Richard Metzger, directeur de "The Disinformation Company" et animateur de Channel 4, TV Disinfo Nation, en Grande Bretagne.

A tous ceux qui pensent que notre ingénuité a perturbé l'équilibre de la nature, Howard Bloom a un message qui est aussi rassurant que sombre : « *Nous sommes la nature incarnée* », écrit-il, « *Nous sommes les outils de ses essais, et si effectivement nous souffrons et si nous échouons, elle va, de nos échecs, apprendre les voies à éviter dans le futur* ».

The New-Yorker

Le premier ouvrage de Bloom (*Le Principe de Lucifer Tome 1*) s'attaquait à la source biologique de la violence humaine. Maintenant, il s'est attaqué à quelque chose d'encore plus ambitieux. Alors que quelques cyber-allumés du Web disent qu'Internet nous emmène vers une sorte de cerveau mondial, Bloom, lui, dit que nous sommes dans ce cerveau mondial depuis longtemps... Bloom défend la sélection de groupe, (un point de

vue minoritaire parmi les évolutionnistes) et retrace la coopération entre les organismes et la compétition à travers l'histoire de l'évolution. Les 'réseaux créatifs' des micro-organismes primaires se sont unis pour trouver de la nourriture: les colonies modernes de bactéries *E-coli* semblent s'être programmées elles-mêmes pour des mutations utiles et absolument pas hasardeuses. La Sparte antique tuait ses enfants les plus faibles; Athènes les éduquait. Chacun de ces comportements est un système d'apprentissage social. Et chacun de nous repose sur différentes fonctions. Les « *agents de conformité* » forcent la plupart des membres du groupe à faire la même chose; les « *générateurs de diversité* » cherchent les nouveautés ; les « *distributeurs de ressources* » aident le système à se modifier au profit des nouveautés qui fonctionnent. Dans le modèle de Bloom, les ligues sportives, les bactéries, les bêtes, et la Belgique, tous se comportent de la même manière".

Publishers Weekly

Une théorie évolutionniste nouvelle et fascinante qui peut changer profondément notre manière de voir la vie, et une nouvelle vision du monde qui peut bouleverser notre interprétation des structures sociales.

Florian Roetzer, Telepolis, Allemagne

Le Cerveau Global est une pure merveille ! Je suis fasciné par sa masse d'érudition et l'immensité de sa portée. L'idée du cerveau de masse est fabuleuse, intelligente et extraordinairement créative.

Georgie Anne Geyer, Universal Press Syndicate.

Un prophète contemporain, Bloom nous force à admettre que l'évolution est un sport d'équipe. C'est une image de l'Univers dans lequel les émotions humaines trouvent leur base dans la survie de la matière, et que les atomes eux-mêmes sont collés ensemble avec de l'amour. Je suis bouleversé.

Douglas Rushkoff, auteur de *Media Virus*.

Ce tome volumineux, généré par l'habitude vorace de lire, et surtout le talent de conteur extraordinaire de Bloom, affirme que les groupes, des humains aux singes en passant par les bactéries, s'organisent d'eux-mêmes, créent la nouveauté, transforment leur environnement et triomphent pour laisser bien plus de descendants que les individus solitaires. Un incroyable

dévouement à la preuve scientifique, cette suite du *Principe de Lucifer* veut purger le monde académique des gènes individuels et du dogme néodarwiniste de la sélection naturelle.

Lynn Margulis, Professeur, University of Massachusetts, lauréat en 1999 de la "National Medal of Science" et auteur de *Symbiotic Planet: A New Look at Evolution*.

Dans un ouvrage superbement écrit et avec un argument totalement original, Howard Bloom continue son habitude de titiller les sujets tabous. Avec un merveilleux et érudit tour d'horizon de la vie et de la société, des bactéries jusqu'à l'Internet, il prouve que la sélection de groupe est réelle et que le cerveau global est là depuis le début. L'ère dans laquelle nous pénétrons maintenant est une des dernières phases de l'évolution du cerveau global. A lire absolument.

Robin Fox, Rutgers University.

Howard Bloom a une vision fascinante des interpénétrations de la vie et un style étonnant que j'ai trouvé captivant.

Nils Daulaire, Président de "Global Health Council".

Le travail de Howard Bloom est tout simplement brillant et il n'existe rien de comparable, quelles que soient les disciplines ou confrères consultés. *Le Principe de Lucifer 2* est puissant et provocant. En fait, il explose la cervelle....

Don Edward Beck, Ph.D., auteur de *Spiral Dynamics*.

Le Principe de Lucifer 2 est un tour de force historique, basé sur l'évolution et sur la complexité des systèmes adaptatifs.

Dorion Sagan, auteur de *Biospheres* et de *Into the Cool: The New Thermodynamics of Life*

Fabuleux ! Howard Bloom a une fois de plus réussi.

Peter Corning, President de « International Society For the Systems Sciences ».

Howard Bloom croit que le Léviathan, ou société en tant qu'organisme, n'est pas une jolie métaphore mais un produit contemporain de l'évolution. La bataille darwinienne pour l'existence s'applique aussi bien aux sociétés, qu'aux individus. Nous peignons en tant qu'individus, mais nous faisons partie de quelque chose de bien plus grand que nous-mêmes, avec une physiologie

et une vie mentale complexe que nous portons mais que nous ne comprenons que très peu. Avec cette vision carrée de l'évolution et du comportement humain, Bloom se trouve maintenant loin devant la timide horde des scientifiques.

David Sloan Wilson, co-auteur de *The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*

Bloom dépeint (...) l'importance du partage d'informations et des autres formes de coopération dans les organismes allant des bactéries aux humains. (...) Le style de Bloom est habile, plaisant et agréable.

Peter J. Richerson, Department of Environmental Science and Policy, UC Davis ; coauteur de *Culture and the Evolutionary Process*.

Vous n'avez pas vécu tant que vous n'avez pas rencontré Howard Bloom.

James Brody, Ph.D., Albert Einstein Medical College of Yeshiva University.

Ma tête est encore en train de tourner après avoir découvert un tel contenu et une telle éloquence. Howard Bloom décrit avec détails et clarté ces choses qui agacent l'âme.

Valerius Geist, President de « Wildlife Heritage ».

Ayant passé 40 ans de ma vie dans la psychologie et m'étant intéressé presque aussi longtemps à l'évolution, je vais simplement assimiler l'accomplissement de Howard Bloom.

David Smillie, Professeur de zoologie, Duke University.

Mon Dieu... ça, c'est vraiment génial !

Richard Brodie, inventeur et programmeur
du traitement de texte *Word*

*A Pierre Jovanovic qui m'a donné
force, courage, énergie et conviction.*

PROLOGUE

La Biologie, l'Évolution et le Cerveau Global

Depuis les premiers pas de l'ordinateur personnel en 1983, écrivains et scientifiques publient des livres consacrés à la création d'un cerveau global futur, composé d'ordinateurs reliés en réseau. Il est vrai, Internet permet aujourd'hui à un médecin de Strasbourg d'échanger instantanément ses idées avec un philosophe sibérien et avec un spécialiste américain des algorithmes.

Mais, selon ces visionnaires qui annoncent une intelligence englobant le monde entier, tout ceci n'est en réalité que le début. Ils affirment par exemple que la transformation humaine a enfin commencée¹ et qu'elle rassemblera « *les milliards d'esprits de l'humanité en un système unique (...) [telle] Gaïa créant son propre système nerveux* »². Bientôt nous nous réunirons, disent-ils, sur un réseau informatique qui apprendra notre manière de penser et nous donnera les informations dont nous avons besoin avant même qu'on les désire consciemment ; cette toile cybernétique fera de la race humaine un « *être spirituel* » unique, une « *conscience collective* » massive.

Le résultat sera « *l'un des plus grands bonds de l'évolution de notre espèce* »³.

Cependant, mes vingt années de travaux interdisciplinaires révèlent que derrière ces annonces futuristes se cache une surprise étrange : oui, la connexion informatisée des esprits peut apporter un changement considérable. **Cette intelligence mondiale n'est pas le résultat de la Silicon Valley mais bien une des phases d'évolution de ce cerveau global qui existe depuis plus de trois milliards d'années !** En effet, la Nature

¹ Derrick De Kerckhove. *Connected Intelligence: The Arrival of the Web Society*. Toronto : Somerville House Books, 1997, page 186.

² Peter Russell. *The Global Brain Awakens* www.peterussell.com/GBAPreface.html août 1999.

³ Derrick De Kerckhove. *Connected Intelligence*.

est bien plus douée en réseaux informatiques que nous : ses mécanismes d'échanges de données et de création collective sont encore plus complexes et plus agiles que tout ce que les meilleurs théoriciens informatiques ont imaginé jusqu'à présent.

Depuis toujours, la socialité nous rassemble : il y a trois milliards et demi d'années, les bactéries, nos premiers ancêtres unicellulaires, évoluaient en colonies. Et aucune bactérie ne pouvait vivre sans le contact réconfortant de ses voisines. Séparée de ses compagnes, une bactérie saine se divisait pour créer une société constituée de nouveaux compatriotes⁴. Unie au sein d'une gigantesque équipe, chaque colonie faisait face à la guerre, au désastre et à la quête de nourriture. Depuis toujours, nous, êtres humains, sommes ce que la théorie évolutionniste actuelle refuse de voir, une machine collective aussi rationnelle qu'inventive.

Ce livre montrera que le simple fait d'être des bouts modestes d'un réseau plus grand que nous a affecté non seulement nos émotions, mais aussi nos perceptions et notre façon de choisir nos amis ou de tyranniser nos ennemis. Que nous nous battions avec des armes ou des idées, nous faisons tous partie d'un esprit plus grand qui veut constamment essayer des possibilités nouvelles : grâce aux guerres des Spartes et des Athéniens, nous verrons que le QI humain a augmenté (ou diminué) en fonction de leurs luttes. Nous lèverons le voile sur une bataille entre *deux* esprits globaux, une guerre mondiale étrange qui pourrait ternir le XXI^e siècle, et qui pourrait se traduire par la perte de trois milliards de vies humaines si nous n'apprenons pas à mieux nous servir de nos libertés et de nos connexions.

Enfin, nous proposerons dans ce *Principe de Lucifer 2* une théorie nouvelle qui explique les rouages internes de cette planète où palpite un esprit gigantesque qui partage et diffuse l'information (et que les scientifiques contemporains ne veulent pas voir).

Si la théorie de la « sélection individuelle » a permis depuis son apparition en 1964 de comprendre bien des comportements tels que l'amour, la haine ou la jalousie⁵, elle est tombée en désuétude : les scientifiques pensent maintenant que les

⁴ B. Y. Chang et M. Dworkin. « Isolated Fibrils Rescue Cohesion and Development in the Dsp Mutant of *Myxococcus Xanthus* ». *Journal of Bacteriology*, décembre 1994, pages 7190-7196 ; James A. Shapiro. Communication personnelle. 24 septembre 1999.

⁵ W. D. Hamilton. « The Genetical Theory of Social Behaviour ». *Journal of Theoretical Biology* 7:1 (1964), pages 1-52.

humains, comme les animaux, sont en réalité animés par leur besoin de répliquer leurs gènes. Les scientifiques disent que tout comportement est lié au strict intérêt personnel, ce qui n'est pas une idée nouvelle : l'instinct de survie illustre le concept de « *la lutte ou la fuite* » proposé en 1908 par William McDougall⁶ et popularisé en 1915 par Walter Cannon⁷.

Seul problème : face à un danger mortel, certaines créatures s'immobilisent, paralysées par l'angoisse, la résignation ou la peur. En d'autres termes, au lieu de « lutter ou de fuir » pour essayer de s'échapper, elles demeurent immobiles devant les mâchoires de la mort, se transformant d'elles-mêmes en proies faciles. Même les humains n'échappent pas à ce comportement : le célèbre David Livingstone, connu pour la réplique « *Dr Livingstone, je présume* », a lui aussi décrit ce phénomène :

J'ai vu le lion se jeter sur moi (...) Il a bondi sur moi et attrapé mon épaule ; nous sommes tous deux tombés à terre. Rugissant horriblement près de mon oreille, il m'a secoué comme un terrier le ferait avec un rat. Le choc a produit une stupeur semblable à celle que semble ressentir une souris la première fois que le chat la secoue. Cela a entraîné une sorte de distraction dans laquelle n'existait aucune sensation de douleur, aucun sentiment de terreur, bien que [je fus] conscient de tout ce qui se passait. C'était semblable à ce que décrivent les patients qui, sous l'effet du chloroforme, voient l'opération se dérouler, mais ne sentent pas la lame⁸.

David Livingstone n'a pas ressenti le besoin de lever les poings ou de s'enfuir en courant. Pourtant, aujourd'hui encore, l'hypothèse de « la lutte ou de la fuite » est parole d'Evangile. Heureusement, d'autres biologistes comme William Hamilton eurent le courage de mettre en évidence le grain de sable dans le mécanisme bien huilé de la survie : **si la survie individuelle est le but suprême de l'existence, comment expliquer alors l'altruisme ?**

⁶ William McDougall. *An Introduction to Social Psychology*. Boston : John W. Luce, 1908.

⁷ Walter B. Cannon. *Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage: An Account of Recent Researches into the Function of Emotional Excitement*. New York : Appleton, 1915.

⁸ David Livingstone. *Missionary Travels and Researches in South Africa*. New York : Harper & Brothers, 1860, cité par le Dr Daniel Goleman, *Vital Lies, Simple Truths: The Psychology of Self-Deception*. New York : Simon & Schuster, 1985, page 29.

William Hamilton étudia le désintéressement avec lequel les abeilles ouvrières femelles⁹ sacrifiaient leurs droits à la reproduction pour servir chastement leur reine. Sa plus grande réussite fut de mathématiquement démontrer que les ouvrières portaient les mêmes gènes que leur reine. Ainsi, lorsqu'une abeille consacrait sa vie à sa souveraine, elle *faisait semblant* d'ignorer ses propres besoins. Mais en choyant la reine pondreuse, chaque ouvrière prenait soin des répliques de sa propre progéniture. L'altruisme, affirma Hamilton « *n'était qu'un stratagème astucieux visant à protéger ses propres gènes* »¹⁰. Ses idées, et toutes celles qui en découlèrent¹¹ ont considérablement augmenté notre connaissance des mécanismes évolutionnistes dans des domaines aussi variés que la médecine ou l'écologie. Mais, vingt ans après sa révélation, un nouvel examen des colonies d'abeilles a démontré que ses calculs ne correspondaient pas à la réalité : **il y avait plus de variétés génétiques dans les sociétés d'insectes altruistes que ne l'autorisaient les équations d'Hamilton**¹².

Ensuite, le suisse Hans Kummer publia en 1992 son livre *In Quest of the Sacred Baboon*¹³ dans lequel il résumait ses vingt années de recherches sur les babouins Hamadryas d'Éthiopie et d'Arabie Saoudite. Il prouvait que tous les primates *ne s'allient pas* systématiquement à ceux qui partagent les mêmes gènes qu'eux. En fait, remarquait-il, lorsque les singes se battent, ils se montrent souvent plus violents avec leurs parents qu'avec des singes étrangers. Donc, dans le cas des abeilles et des babouins,

⁹ Toutes les abeilles ouvrières sont des femelles. Les abeilles mâles sont célèbres pour la désinvolture de leur style de vie. On les appelle faux-bourçons.

¹⁰ W. D. Hamilton. « Altruism and Related Phenomena, Mainly in Social Insects ». *Annual Review of Ecology and Systematics* 3, 1972, pages 193-232.

¹¹ Voici une clause échappatoire post-hamiltonienne typique: vous vous rappelez que selon les partisans de la sélection individuelle, un animal, une plante ou un être humain abandonnera quelque chose uniquement si le bénéfice pour ses gènes est supérieur à ce qu'il jette. Au pire, l'abnégation d'un être généreux doit profiter à sa famille qui portent des gènes assez similaires aux siens. On appelle cela une « sélection de parenté ». Un être vivant peut abandonner une partie de ses biens pour un autre être vivant qui n'appartient pas à sa famille mais uniquement s'il a une bonne raison de s'attendre à être payé en retour. Cet échappatoire théorique est connu sous le nom d'« altruisme réciproque ». De toute façon, les règles d'un gène prospère restent les mêmes. Une créature est simplement le moyen qu'ont trouvé les gènes pour fabriquer encore plus d'autres gènes. Quel que soit le don d'une créature, les gènes doivent être largement remboursés.

¹² David. C. Quelle, Joan E. Strassman et Colin R. Hughes. « Genetic Relatedness in Colonies of Tropical Wasps with Multiple Queens ». *Science*, novembre 1988, pages 1155-1157 ; Thomas D. Seeley. *The Wisdom of the Hive: The Social Psychology of Honey Bee Colonies*. Cambridge, Massachussets : Harvard University Press, 1995, page 7.

¹³ A la recherche du babouin sacré. Hans Kummer. *In Quest of the Sacred Baboon: A Scientist's Journey*. Princeton University Press, 1995, pages 303-304.

ils *ne mettaient pas* de côté leurs intérêts uniquement pour protéger des clones d'eux-mêmes et de leurs chromosomes.

Apparemment, un autre phénomène se produisait.

Cependant, la théorie d'Hamilton sur « la sélection individuelle » devint un véritable catéchisme ! Certains scientifiques tentés de s'en éloigner après différentes observations méthodiques en furent dissuadés. Dans les années 1990, ils risquèrent le ridicule en défendant la validité simultanée de « la sélection de groupe » *et* de « la sélection individuelle »... Pionnier de cette idée, le biologiste David Sloan Wilson, de la State University of New York qui se basait sur plus de 400 études mettant en avant « la sélection de groupe »¹⁴. Sloan Wilson s'est concentré sur les hommes et a découvert que ceux qui mettent en commun leur réflexions prenaient en général de meilleures décisions que les cow-boys solitaires qui gardaient leurs idées pour eux¹⁵.

Comme nous l'avons vu, les défenseurs de « la sélection individuelle » affirment qu'un créature (homme, femme ou animal) sacrifiera son confort uniquement si le bénéfice est plus important que son sacrifice¹⁶. Mais une fois de plus, la réalité va contre cette idée. Des chercheurs tels que René Spitz¹⁷ découvrirent que chez l'être humain, l'instinct de survie possédait un double, un double maléfique d'une nature inattendue. Il s'agissait du *doppelgänger**, le désir de mort, mis en avant par Sigmund Freud. René Spitz et d'autres scientifiques soulignèrent les différentes manières dont l'isolement, la perte du contrôle et la déchéance sociale provoquaient la dépression, l'apathie, la dégradation de la santé, puis la mort. Dans le tome 1 du *Principe de*

¹⁴ D. S. Wilson et E. Sober. « Reintroducing Group Selection to the Human Behavioral Sciences ». *Behavioral and Brain Sciences*, décembre 1994, pages 585-654.

¹⁵ David Sloan Wilson. « Incorporating Group Selection into the Adaptationist Program: A Case Study Involving Human Decision Making ». Dans *Evolutionary Social Psychology*, éd. J. Simpson et D. Kendricks. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum, 1997, pages 345-386.

¹⁶ Richard Dawkins. *The Selfish Gene*. New York : Oxford University Press, 1976 ; J. Philippe Rushton, Robin J. Russell et Pamela A. Wells. « Genetic Similarity Theory: Beyond Kin Selection ». *Behavior Genetics*, mai 1984, pages 179-193.

¹⁷ René A. Spitz. « Hospitalism: An Inquiry into the Genesis of Psychiatric Conditions in Early Childhood ». *The Psychoanalytic Study of the Child*, vol. 1. New York International Universities Press, 1945, pages 53-74. Dr René A. Spitz, avec le Dr Katherine M. Wolf, « Anaclitic Depression: An Inquiry into the Genesis of Psychiatric Conditions in Early Childhood, II ». *The Psychoanalytic Study of the Child*, vol. 2. New York International Universities Press, 1946.

* Doppelgänger : mythologie germanique. Le doppelgänger est une sorte de double qui prend progressivement la place de la personne "originale" (NdT).

Lucifer^{*}, je montre que chaque chercheur¹⁸ avait découvert un « *mécanisme d'autodestruction* » précis, sorte de juge biologique véhiculé par chacune de nos cellules, et qui peut nous condamner avec une terrible sévérité.

René Spitz a montré que presque 90% des bébés élevés dans le confort en orphelinats¹⁹ mais privés d'amour et de câlins finissaient par mourir. Harry Harlow a prouvé que les bébés singes élevés sans mère ni camarades restaient dans leur cage à gémir et s'arrachaient la peau jusqu'au sang. Si on leur permettait de fréquenter les autres singes, ces êtres affaiblis étaient affectivement trop effrayés, trop stupides et trop perturbés pour nouer des contacts avec les autres. Robert Sapolsky, lui, découvrit que le sang des babouins sauvages incapables de monter dans la hiérarchie sociale de leur tribu, était envahi de poisons hormonaux qui tuaient leurs cellules cérébrales, faisaient tomber leurs poils, supprimaient au passage leurs défenses immunitaires et menaçaient même leur vie.

L'homme et la femme sont apparemment semblables : d'autres études ont également montré que les patients dépressifs hospitalisés qui ont le plus besoin d'aide sont très souvent privés de l'attention du personnel médical. Une observation rigoureuse a révélé que les malades déclenchaient involontairement leur propre rejet : les patients déprimés gémissent, grognent ou tournent la tête vers le mur²⁰, s'aliénant ainsi leurs médecins et leurs infirmières. Ils énervent le personnel soignant par tous les moyens possibles, de l'expression de leur visage à l'intonation de la voix, en passant par le langage corporel²¹. Un défenseur de « la sélection individuelle » expliquerait que ce comportement destructeur doit être le résultat d'une réponse adaptative masquant un avantage caché : la mort du patient pourrait accélérer le succès génétique de ses proches parents en les soulageant d'un fardeau ; ou bien en les enrichissant grâce à l'assurance ou à l'héritage.

* Ed. Jardin des Livres 2002. Disponible.

¹⁸ De René Spitz et Harry Harlow à Lydia Temoshok, Martin Seligman, Hans Kummer et Robert Sapolsky.

¹⁹ Avec une alimentation et une hygiène parfaites.

²⁰ Marvin Zuckerman. « Good and Bad Humors: Biochemical Bases of Personality and Its Disorders ». *Psychological Science*, novembre 1995, page 330.

²¹ K. Sokolowski et H. D. Schmalt. « Emotional and Motivational Influences in an Affiliation Conflict Situation ». *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 43:3 (1996), pages 461-482.

Ou encore : en se tuant de manière subtile, les patients pourraient avantager des amis qui, un jour ou l'autre, renverraient l'ascenseur à leur famille.

Mais les études constatent exactement l'inverse : les patients ayant le plus grand nombre de parents et d'amis sont ceux qui présentent *le moins* de risques d'être dépressifs ; ils sont joyeux plus souvent, et même face à la mort ils restent charmants et attirent à leur chevet une armée de médecins et d'infirmières débordant de compassion. Pour les partisans de « la sélection individuelle », ils sont les mieux placés pour léguer leur dépouille à leurs enfants et petits-enfants qui portent les répliques de leurs gènes. Pourtant, ce sont eux qui risquent le moins de mourir et de faire connaître prématurément leurs dernières volontés.

Les études sur les animaux et les humains démontrent que les déprimés qui flirtent involontairement avec la mort ne sont pas ceux attendus par les défenseurs de « la sélection individuelle », mais bien ceux dont la mort est *peu* susceptible de profiter aux parents, bien que portant des gènes semblables aux leurs²². Les liens familiaux de ces patients sont soit abîmés, soit inexistant²³. Généralement, ils ne possèdent même pas d'amis. En fait, ils ont souvent l'impression de jamais avoir trouvé leur place dans ce monde²⁴. Ces malheureux sont apparemment envahis par ce qui peut s'apparenter au mécanisme suicidaire appelé *apoptose*. L'*apoptose* est une bombe à retardement composée de tâches préprogrammées et qui se trouve dans chaque cellule vivante. Quand la cellule reçoit des signaux lui indiquant qu'elle n'est plus utile à la communauté, la bombe se déclenche²⁵.

Entre des systèmes immunitaires suicidaires et un comportement allant dans le sens contraire de leur survie, les individus isolés accroissent largement leur risque de mourir²⁶. Le profit pour leurs compagnons de gènes sera nul ou presque. Lorsqu'ils sont coincés par ce type de comportement, les partisans de « la

²² Voir, par exemple, James S. House, Karl R. Landis et Debra Umberson. « Social Relationships and Health ». *Science*, 29 juillet 1988, page 541.

²³ Bert N. Uchino, Darcy Uno et Julianne Holt-Lundstat. « Social Support, Physiological Processes, and Health ». *Current Directions in Psychological Science*, octobre 1999, pages 145-148.

²⁴ B. M. Hagerty et R. A. Williams. « The Effects of Sense of Belonging, Social Support, Conflict, and Loneliness on Depression ». *Nursing Research*, juillet-août 1999, pages 215-219.

²⁵ Erkki Ruoslahti. « Stretching Is Good for a Cell ». *Science*, 30 mai 1997, pages 1335-1346.

sélection individuelle » affirment que nous observons là un instinct qui était utile du temps où nous vivions dans des tribus de chasseurs²⁷, instinct qui, lorsque nous errions dans la savane africaine, *augmentait* réellement les chances de survie de nos gènes. Ces apologistes déclarent souvent que la civilisation moderne a perverti ce dont nous bénéficions à l'époque de la première hache de pierre²⁸. Par exemple, des psychothérapeutes évolutionnistes ont avancé l'hypothèse selon laquelle l'agitation incontrôlable liée au trouble déficitaire de l'attention tombait à pic dans les plaines africaines : plus on bougeait dans ces régions, plus on avait de chance de tomber sur des proies. En revanche, maintenant que l'on oblige nos enfants à rester immobiles pour apprendre l'alphabet, on condamne ce besoin de bouger.

Cet argument est intrigant, mais il a peu de chance de tenir dans les cas que nous évoquons. Lorsque l'on enlève des chimpanzés, des chiens, des souris de laboratoire ou d'autres espèces d'animaux au groupe qu'ils connaissent et qu'ils aiment²⁹, l'épuisement les submerge, leur système immunitaire régresse et ils finissent par dépérir³⁰. Tout comme nous, ces créatures ont plus de risques de mourir lorsqu'on les prive de leurs liens sociaux que lorsque leur disparition est susceptible de profiter à des porteurs de gènes identiques. Pour ces animaux, le problème

²⁶ Cf., par exemple, B. Lown. « Sudden Cardiac Death: Behavioral Perspective ». *Circulation*, juillet 1987, pages 186-196 ; C. M. Jenkinson, R. J. Madeley, J. R. Mitchell et I. D. Turner. « The Influence of Psychosocial Factors on Survival after Myocardial Infarction ». *Public Health*, septembre 1993, pages 305-317.

²⁷ Cf., par exemple, Michael Davies, Henry Davies et Kathryn Davies, *Humankind the Gatherer-Hunter: From Earliest Times to Industry*. Kent, R.-U. : Myddle-Brockton, 1992.

²⁸ Pour obtenir plusieurs explications de ce type, voir : David P. Barash. *The Hare and the Tortoise: Culture, Biology, and Human Nature*. New York : Penguin Books, 1987 ; Richard E. Leakey et Roger Lewin. *People of the Lake: Mankind and Its Beginnings*. New York : Avon Books, 1983.

²⁹ J'ai pris la liberté d'utiliser ici le mot « aimer » dans le cas des animaux. Dans le milieu scientifique, l'hypothèse selon laquelle les animaux ressentent des émotions tout comme les humains est largement considérée comme indémontrable, anthropocentrique et donc inacceptable. Néanmoins, le concept selon lequel les animaux ont, en fait, des sentiments semblables aux nôtres gagne du terrain. On trouvera en particulier 89 références savantes défendant les sentiments animaux d'attachement émotionnel - plus précisément, l'amour - dans le livre de Jeffrey Moussaieff et Susan McCarthy, *When Elephants Weep: The Emotional Lives of Animals*. New York : Delacorte, 1995, pages 64-90 et 247-250.

³⁰ J. J. Lynch et I. F. McCarthy. « The Effect of Petting on a Classically Conditioned Emotional Response ». *Behavioral Research and Therapy* 5, 1967, pages 55-62 ; J. J. Lynch et I. F. McCarthy. « Social Responding in Dogs: Heart Rate Changes to a Person ». *Psychophysiology* 5, 1969, pages 389-393 ; N. Shanks, C. Renton, S. Zalcman et H. Anisman. « Influence of Change from Grouped to Individual Housing on a T-Cell-Dependent Immune Response in Mice: Antagonism by Diazepam ». *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, mars 1994, pages 497-502.

de passer de trop longues journées dans des salles de classe post-industrielles ne se pose pas (surtout pour ceux dont la dépression a été observée dans une savane éthiopienne) ...

C'est là que le nouveau modèle évolutionniste présenté dans le *Principe de Lucifer Tome 1* arrive à point : supposons un instant que les défenseurs de la « sélection de groupe » aient raison : un de ses partisans, un naturaliste du nom de Charles Darwin, a affirmé en 1871 que les groupes se battent et que face à de telles rivalités « *un peuple égoïste et querelleur ne sera pas solidaire, et sans solidarité rien ne peut être effectué. Une tribu riche des qualités citées précédemment { raisonnement (...) prévoyance (...) habitude d'aider ses pairs (...) habitude de réaliser des actions charitables (...) vertus sociales (...) et (...) instincts sociaux } s'agrandirait et serait victorieuse des autres tribus. (...) Ainsi, les qualités sociales et morales tendraient lentement à avancer et à se répandre dans le monde entier* »³¹. En d'autres termes, les individus *se sacrifieront* pour le bien d'un groupe. Lorsque les groupes se battent, celui qui a la meilleure organisation, la meilleure stratégie et les meilleures armes gagne. Les individus qui contribuent à la virtuosité de leur groupe feront partie de l'équipe survivante. En revanche, les individus trop préoccupés par leur petite personne pour prêter main forte à leur communauté, risquent de se faire couper bien plus que les mains lorsque leurs habitations seront pillées par des envahisseurs³².

Le lien entre les défenseurs de « la sélection de groupe » et les partisans de « la sélection individuelle » est peut-être caché dans un autre concept, celui du « système adaptatif complexe ». Un « système adaptatif complexe » est une machine à apprendre constituée de modules semi-indépendants qui fonctionnent ensemble pour résoudre un problème. Certains « systèmes adaptatifs complexes » sont biologiques, comme par exemple les forêts tropicales humides. D'autres, comme les économies humaines, sont sociaux. Et ceux des informaticiens sont généralement électroniques. Les réseaux de neurones et les systèmes immunitaires en sont de très bons exemples : les deux appliquent un algorithme – une règle de fonctionnement – parfaitement

³¹ Charles Darwin. *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*. New York : D. Appleton, 1871, pages 146-148.

³² Pour en savoir plus sur le point de vue des partisans de la sélection de groupe, voir l'interprétation par Daniel G. Freedman de la théorie de l'équilibre de Sewall Wright (Daniel G. Freedman. *Human Sociobiology: A Holistic Approach*. New York : Free Press, 1979, page 5).

exprimé par Jésus de Nazareth : « Car on donnera à celui qui a, et il sera dans l'abondance, mais à celui qui n'a pas, on ôtera même ce qu'il a » .

Les réseaux électroniques de neurones sont des hordes de points de commutation reliés en une toile complexe. Le réseau qui relie ces points possède une propriété inhabituelle : il peut renforcer ou désactiver le nombre de connexions et la quantité d'énergie dirigés vers n'importe quel point de commutation du réseau. Un système immunitaire est une équipe d'agents, mais à une échelle bien plus grande. Il contient entre 10 millions et 10 milliards de types différents d'anti-corps. De plus, il possède une quantité astronomique d'entités nommées « *lymphocytes T spécifiques au virus* » . Le système immunitaire, tout comme le réseau neuronal, suit le précepte biblique : les agents qui contribuent à la résolution d'un problème sont couverts de cadeaux (des ressources) et d'influence.

Mais malheur à ceux qui ne peuvent pas aider le groupe...

Dans le système immunitaire, les lymphocytes T en patrouille détectent les signes moléculaires d'un envahisseur. Chaque lymphocyte T est armé d'une structure différente de récepteurs, sorte de grappins moléculaires. Quelques-uns découvrent alors que leurs armes leur permettent d'accrocher les attaquants et de les détruire. Ces champions peuvent se reproduire à une vitesse hallucinante et reçoivent la matière première dont ils ont besoin pour massivement multiplier le nombre de leurs clones³³. Fait notable : les lymphocytes T dont les récepteurs n'arrivent pas à attraper les envahisseurs sont privés de nourriture, privés de leur capacité de procréer et souvent même privés de la vie... Ils sont soumis à une autodestruction, déclenchée par le suicide cellulaire pré-programmé qu'est l'*apoptose*³⁴.

Au sein d'un réseau neuronal informatisé, les noeuds dont les conjectures contribuent à la résolution d'un problème sont

³³ Thomas Welte, David Leitenberg, Bonnie N. Dittell, Basel K. al-Ramadi, Bing Xie, Yue E. Chin, Charles A. Janeway Jr, Alfred L. M. Bothwell, Kim Bottomly et Xin-Yuan Fu. « STAT5 Interaction with the T Cell Receptor Complex and Stimulation of T Cell Proliferation ». *Science*, 8 janvier 1999, pages 222-225 ; Polly Matzinger. « The Real Function of the Immune System or Tolerance and The Four D's (Danger, Death, Destruction and Distress) ». Vu sur : <http://glamdring.ucsd.edu/others/aai/polly.html>. Mars 1998.

³⁴ Glauca N. R. Vespa, Linda A. Lewis, Katherine R. Kozak, Miriana Moran, Julie T. Nguyen, Linda G. Baum et M. Carrie Miceli. « Galectin-1 Specifically Modulates TCR Signals to Enhance TCR Apoptosis but Inhibit IL-2 Production and Proliferation ». *Journal of Immunology*, 15 janvier 1999, pages 799-806.

récompensés par un supplément d'énergie électrique et par de nouvelles connexions leur permettant d'obtenir des ramifications encore plus vastes. Les noeuds aux efforts improductifs reçoivent moins de courant électrique et leur capacité à fabriquer des connexions avec d'autres noeuds est réduite. En fait, leur échec repousse les connexions... De plus, les lymphocytes T et les noeuds de réseau rivalisent pour le droit de s'approprier les ressources nutritives du système dans lequel ils évoluent. Et ils montrent une similitude « *volonté* » à vivre selon les règles de l'abnégation. Cette combinaison de rivalité et de désintéressement transforme un ensemble de composants biologiques ou électroniques en une formidable machine à apprendre dont l'aptitude à résoudre un problème est largement supérieure à celle de chaque module qui la constitue.

Un *modus operandi* identique est intégré au tissu biologique de la plupart des êtres sociaux. Observons des exemples du phénomène baptisé « *incapacité apprise* » par ceux qui l'ont découvert³⁵ : les animaux et les êtres humains qui peuvent résoudre un problème conservent leur vigueur. Mais les souris, les singes, les chiens et les personnes qui ne peuvent pas le résoudre deviennent les victimes du mécanisme d'autodestruction qu'ils portent en eux. Les expériences sur l'impact physiologique de la capacité à maîtriser un problème ont commencé dans les années 1950, lorsque Joseph Brady et ses collègues conçurent un objet certes cruel, mais malin³⁶ : ils placèrent deux petites chaises côte à côte reliées à un circuit électrique qui envoyait à un couple de singes des décharges simultanées. Une seule chose différenciait le singe de gauche de celui de droite : ce dernier disposait d'un bouton permettant de résoudre le problème commun. Avec cet interrupteur, il pouvait arrêter l'arrivée de décharges. Les chercheurs pensaient que le singe possédant le contrôle du bouton développerait de graves problèmes de santé. Il était le « *singe exécutif* », celui qui portait le poids de la responsabilité. Son voisin, bien qu'étant soulagé au même instant, n'avait pas à lever le petit doigt. Et effectivement, les premières analyses semblèrent

³⁵ M. E. Seligman. « Learned Helplessness ». *Annual Review of Medicine* ; W. R. Miller et M. E. Seligman. « Depression and Learned Helplessness in Man ». *Journal of Abnormal Psychology*, juin 1975, pages 228-238 ; William R. Miller, Robert A. Rosellini et Martin E. P. Seligman. « Learned Helplessness and Depression ». Dans *Psychopathology*, éd. Jack D. Maser et Martin E. P. Seligman.

³⁶ Joseph V. Brady. « Ulcers in Executive Monkeys ». *Scientific American*, octobre 1958, pages 95-100.

démontrer que l'hypothèse des expérimentateurs était correcte : le singe subissant le supplice de la prise de décision fut, beaucoup plus que l'autre, sujet à des ulcères, fléau courant chez les cadres humains à l'époque. Mais des recherches ultérieures montrèrent que ces expériences sur le singe exécutif avaient été mal conçues³⁷. Et les résultats furent déclarés invalides.

Dix ans plus tard, Jay Weiss de la Rockefeller University tenta une variante cruelle et en tira des conclusions assez différentes. Weiss accrocha 192 rats par la queue à un câble électrique. Il donna à certains d'entre eux un bouton de commande et laissa les autres supporter la douleur. Lorsque la foudre d'Edison tombait, les rongeurs sans méfiance commençaient par détaier et bondir pour trouver un moyen rapide de s'en sortir. Les plus chanceux découvraient rapidement leur bouton de commande. Lorsque la décharge leur grillait le postérieur, ils fondaient vers l'interrupteur et coupaient le courant, soulageant alors d'autant leurs camarades d'infortune. **Les rats dont les recherches frénétiques n'aboutissaient pas à la découverte du bouton de contrôle et qui finissaient par abandonner le combat, restaient allongés sur le sol de la cage et acceptaient les chocs d'un air résigné. Pire encore, ils devenaient des loques - décharnés, ébouriffés et couverts d'ulcères - alors que ceux qui disposaient d'un levier de commande demeuraient raisonnablement dodus et en forme ; le tout en dépit du fait que chaque rat recevait exactement la même tension électrique, pendant la même durée et au même moment.**

En poursuivant ces expériences sur « *l'incapacité apprise* », on découvrit que les animaux qui ne trouvaient pas de dispositifs pour mettre un terme à leur punition n'étaient pas seulement paralysés par une simple indolence. Leur système immunitaire ne les protégeait plus de la maladie. Si on leur donnait la possibilité d'échapper à la situation, leur perception était trop troublée pour remarquer une chose aussi simple qu'une porte de sortie ouverte. Les mécanismes d'autodestruction avaient pris le contrôle. Tout indiquait que ces réflexes auto-paralysants étaient physiologique-

³⁷ On trouvera d'excellents débats sur les échecs de l'étude du singe exécutif dans : C. Robin Timmons et Leonard W. Hamilton. *Drugs, Brains and Behavior*. Publié chez Prentice-Hall sous le titre *Principles of Behavioral Pharmacology*. Mis à jour et disponible en ligne sur le site de la Rutgers University. www.rci.rutgers.edu/~lwh/drugs/. Janvier 1999 ; Paul Kenyon. *Biological Bases of Behaviour: Stress and Behaviour*. Plymouth, R.-U. : University of Plymouth, Everyday and Executive Stress, janvier 1999. <http://salmon.psy.plym.ac.uk/year1/STRESBEH.HTM>

ment préprogrammés. Fait encore plus révélateur, les animaux qui contrôlaient le bouton conservaient un système immunitaire vigoureux, une perception assez sensible du monde qui les entourait et restaient actifs, malgré les retours périodiques de chocs violents³⁸.

Les rats privés d'instruments de contrôle avaient été sabotés par leur propre corps, empoisonnés par leurs propres hormones de stress. Comment ces dégâts infligés de manière interne pouvaient-ils aider les victimes à projeter leurs précieux gènes dans la génération suivante ?

Apparemment, personne n'avait la réponse.

Un naturaliste du nom de V. C. Wynne-Edwards³⁹ avait déjà observé les effets de ces phénomènes *au naturel**. La plupart des espèces vivant dans la Nature ne sont pas isolées par une cage, mais vivent en liberté dans un troupeau, une bande, une colonie ou une meute. Edwards étudia des communautés de grouses sauvages* dans les landes écossaises où les punitions et les récompenses n'étaient pas distribuées par des scientifiques, mais par le vent, la pluie, une autre grouse ou par des prédateurs amateurs de volaille. Les mâles qui contrôlaient leur environnement et qui étaient socialement compétents réussissaient à s'approprier la meilleure nourriture et une plus grande surface de terrain. Ainsi, ils devenaient forts et sûrs d'eux-mêmes. Ceux qui ne réussissaient pas à fouiller avec succès ou à s'emparer d'un grand lopin de terre étaient mous, découragés et ébouriffés. Affaiblis, ils entraient dans la compétition saisonnière visant à attirer les femelles, tentant de surpasser leurs congénères capables de résoudre des problèmes lors des féroces tournois de parade. Chaque matin, ils hérissaient fébrilement leur crête, montrant ainsi leur manque de confiance, voletaient dans les airs avec le peu panache dont ils pouvaient s'enorgueillir, luttaient pour le contrôle de la terre et perdaient la plupart du temps.

³⁸ M. E. Seligman. « Learned Helplessness ». *Annual Review of Medicine* ; W. R. Miller et M. E. Seligman. « Depression and Learned Helplessness in Man ». *Journal of Abnormal Psychology*, juin 1975: page 228-238 ; William R. Miller, Robert A. Rosellini et Martin E. P. Seligman. « Learned Helplessness and Depression ». Dans *Psychopathology*, éd. Jack D. Maser et Martin E. P. Seligman Ph D; *Vital Lies, Simple Truth: The psychology of self-deception*.

³⁹ V. C. Wynne-Edwards. *Animal Dispersion in Relation to Social Behaviour*. New York : Hafner, 1962 ; V. C. Wynne-Edwards, *Evolution through Group Selection*. Oxford : Blackwell Scientific : 1986.

* En français dans le texte (NdT).

* Nom anglais du coq de bruyère. (NdT)

Leur incapacité à trouver un moyen de dominer leur environnement naturel entraînait une incapacité similaire à contrôler leur milieu social. A la fin de l'hiver, la plupart des grouses vaincues étaient mortes, victimes, selon Wynne-Edwards, des « *répercussions de l'exclusion sociale* »⁴⁰. A l'inverse, les oiseaux triomphants étaient récompensés par des harems et des terres non seulement regorgeant de nourriture, mais aussi solidement fortifiées par une haute bruyère les protégeant des prédateurs.

Wynne-Edwards supposa qu'il observait là l'oeuvre de « la sélection de groupe ». Les oiseaux, affirma-t-il, poussés au déclin physique par l'échec, se sacrifiaient involontairement afin d'ajuster la taille du groupe à la capacité de charge de leur environnement, c'est-à-dire à la quantité de nourriture et d'autres ressources nécessaires à leur survie. L'Ecossais exposa ses conclusions en 1962 et devint le porte-parole de « la sélection de groupe ». Mais en 1964, les équations de William Hamilton avaient pris d'assaut la communauté évolutionniste et Wynne-Edwards se vit déposséder de sa respectabilité scientifique⁴¹.

Ce que Wynne-Edwards avait vu à l'oeuvre était en fait un « système adaptatif complexe » diaboliquement semblable à un réseau neuronal. Les individus du groupe, capables de trouver des solutions aux problèmes survenant à un moment donné, étaient récompensés par la domination, la nourriture abondante et variée, un logement de luxe et des privilèges sexuels. **Les maillons faibles du réseau neuronal, les individus qui n'avaient pas pu résoudre les énigmes qui se présentaient à eux, étaient isolés par le système social, puis appauvris avant d'être éliminés.**

En d'autres termes, une volée d'oiseaux avait démontré toutes les caractéristiques d'une machine à apprendre collective. Plus tard, le naturaliste israélien Amotz Zahavi poserait comme principe que les perchoirs des oiseaux fonctionnent comme des centres communautaires de traitement des informations (nous en reparlerons plus tard, lorsque nous ferons connaissance avec le

⁴⁰ V. C. Wynne-Edwards. *Evolution through Group Selection*, page 87.

⁴¹ Voir Helena Cronin. *The Ant and the Peacock*. New York : Oxford University Press, 1991, pages 282-283 ; David P. Barash. *Sociobiology and Behavior*. New York : Elsevier Scientific, 1977, pages 70-75 ; et la déclaration brutale du généticien Lawrence Hurst selon laquelle les idées de Wynne-Edwards étaient tout simplement « fondamentalement fausses ». (Lawrence Hurst. www.newscientist.com/ns/980912/review1.html. Janvier 1999. « You Scratch My Back » *New Scientist* 12 septembre 1998)

corbeau)⁴². Osons une petite distorsion dans notre réflexion : lorsque l'on réunit les conjectures de Zahavi et les observations de Wynne-Edwards, que l'on y ajoute les preuves issues des expériences sur « *l'incapacité apprise* » et que l'on y jette les découvertes des chercheurs sur les « systèmes adaptatifs complexes », un modèle très intéressant en émerge. Depuis 1981, mon travail consiste à réunir les pièces de ce puzzle. Et voici ce à quoi ressemble l'image lorsque les différentes pièces sont en place :

- a) les animaux sociaux sont reliés par un échange d'informations dans des réseaux ;
- b) selon les circonstances, des mécanismes d'auto-destruction éveillent ou affaiblissent une créature ;
- c) le résultat est un « système adaptatif complexe », une toile d'agents semi-indépendants reliés entre eux pour former une machine d'apprentissage.

Mais quelle est l'efficacité de ce réseau collectif d'apprentissage ? Comme l'a découvert David Sloan Wilson, en général, un groupe résout mieux les problèmes que les individus qui le composent. Si l'on oppose un réseau social pouvant résoudre des problèmes à un autre – ce qui se produit constamment dans la Nature – celui qui profite le plus des règles du « système adaptatif complexe », celui qui constitue la plus puissante machine coopérative à apprendre, gagne presque à tous les coups⁴³.

Il est temps que les évolutionnistes changent leur fusil d'épaule et abandonnent « la sélection individuelle », ce principe rigide qui ne peut pas coexister avec son soi-disant opposé, « la sélection de groupe ». Et lorsqu'on réunit les deux, il apparaît que cette intelligence, liée par un réseau, existe depuis très longtemps. En fait, elle a sculpté le tempérament pervers qui se manifeste dans notre léthargie dépressive, dans notre angoisse paralysante, dans l'irritabilité qui chasse les autres lorsque nous avons le plus besoin d'eux et dans l'échec de notre système immunitaire lorsque nous perdons le statut, les objectifs ou les personnes qui nous donnent le sentiment d'être important, et même celui d'exister. Nos plaisirs et nos misères nous relient,

⁴² P. Ward et A. Zahavi. « The Importance of Certain Assemblages of Birds as 'Information-Centres' for Food Finding ». *Ibis* 115 (4), 1973, pages 517-534.

⁴³ David Sloan Wilson. « Incorporating Group Selection into the Adaptationist Program: A Study Involving Human Decision Making ». Dans *Evolutionary Social Psychology*, éd. J. Simpson et D. Kendricks, pages 345-386.

nous autres humains, en tant que modules, noeuds, composants, agents et microprocesseurs de l'ordinateur le plus extraordinaire qui puisse exister sur cette Terre.

Il s'agit de l'ordinateur social qui nous a donné naissance, ainsi qu'à l'ensemble du monde vivant qui nous entoure.

~ 1 ~

LES RÉSEAUX CRÉATIFS À L'ÈRE PRÉCAMBRIENNE

De 4,55 milliards à 1 milliard av. JC

La mise en place d'un réseau est l'élément clé de l'évolution depuis l'explosion qui a créé cet Univers. Il y a quelques douze milliards d'années, une pointe d'épingle ultra-microscopique* de faux vide surgit dans le néant et s'étendit à une vitesse humainement inimaginable, multipliant sa taille par deux toutes les 10^{-34} secondes⁴⁴. En passant à toute allure de l'insignifiance à l'immensité, elle se refroidit, permettant aux quarks, aux neutrinos, aux photons, aux électrons, puis aux triumvirats de quarks (connus sous les noms de protons et neutrons) de se précipiter à partir de son énergie.

L'instant de la création marqua le début de la socialité. Un neutron est une particule remplie de besoins, incapable de subsister plus de 10 minutes⁴⁵. Pour survivre, il doit trouver au moins un congénère, puis former une famille. Ses trois premières minutes d'existence furent dépensées dans une quête cosmologique, chaque neutron courtisant et s'associant à un proton pour former un couple qui attira ensuite rapidement un autre couple afin de l'épouser, formant alors un quartette (deux neutrons,

* Invisible au microscope ordinaire (NdT).

⁴⁴ The National Computational Science Alliance. Cosmos in a Computer. www.ncsa.uiuc.edu/Cyberia/Cosmos/CosmosCompHome.html. Janvier 1999.

⁴⁵ 10'30 minutes, pour être précis. Alan H. Guth. *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins*. Reading, Massachusetts : Addison-Wesley, 1997, page 93.

deux protons) : un noyau d'hélium. Les neutrons qui réussirent cette association obtinrent une relative immortalité⁴⁶. Ceux qui restèrent célibataires cessèrent tout simplement d'exister et la règle de base d'une machine à apprendre était déjà respectée : « *On donnera à celui qui a, et il sera dans l'abondance, mais à celui qui n'a pas, on ôtera même ce qu'il a* ».

Les protons, de leur côté, semblaient capables de survivre seuls. Mais ils n'en étaient pas moins animés par le désir. Les électrons qui voltigeaient aux alentours étaient écrasés par une charge électrique qu'ils devaient partager. Les protons trouvèrent alors ces lutins élémentaires irrésistibles et de nouveaux mariages furent célébrés⁴⁷. Du besoin mutuel des électrons et des protons naquirent les atomes. Les atomes dotés de coquilles externes incomplètes bondirent de part et d'autre à la recherche de compagnons et les trouvèrent chez leurs homologues démunis et dont les électrons en trop s'imbriquaient parfaitement dans leurs logements vides.

Et cela continua. L'équivalent physique du désir non partagé fut excité par des charmes divers comme la puissante force nucléaire et la force de gravité. Il transforma les molécules en poussière, la poussière en fragments célestes et fabriqua les astéroïdes, les étoiles, les systèmes solaires, les galaxies et même les méga-armatures des matrices multigalactiques. Dans la compulsion connective « *une beauté terrible était née* »⁴⁸.

La vie fut l'un des produits de cette copulation inorganique. La gravité créa cette Terre il y a 4,5 milliards d'années. Les dernières découvertes indiquent qu'avant même que la croûte de cette nouvelle sphère ne devienne stable, le pouvoir de l'attraction chimique fit naître la première vie détectable. Alors que

⁴⁶ La résistance des atomes d'hélium est telle que, environ 14 milliards d'années plus tard, l'univers est encore constitué à 25% d'hélium.

⁴⁷ La précision de l'adéquation entre la charge des protons et celle des électrons est remarquable. Le prix Nobel de biologie George Wald met en avant plusieurs faits totalement improbables. Un proton a une masse 1842 fois supérieure à celle d'un électron. Ce sont deux entités radicalement différentes. De plus, le proton est inégalement constitué de deux quarks chargés positivement et d'un quark chargé négativement. Quant à l'électron, il est constitué d'un seul minuscule lepton. Pourtant, la charge positive d'un proton correspond *précisément* à la charge négative d'un électron, et ce, que l'on fasse se rencontrer n'importe lesquels des millions et des millions de protons et d'électrons existants. Qui plus est le rapport est si précis que si seulement deux milliardièmes avaient été absents, la matière de cet Univers se serait envolé « en mille morceaux » avec une force bien supérieure à celle de la gravité. « *En conséquence* » conclut Wald, « *nous n'aurions aucune galaxie ni aucune étoile, et pire encore, aucun physicien* ».

⁴⁸ Pour paraphraser Yeats.

d'abondantes pluies de planétésimaux* frappaient encore ce globe tel un boxeur rouant de coups le visage d'un adversaire, des molécules autorépliquantes ouvrirent la voie à l'acide désoxyribonucléique (ADN). De gigantesques menuets d'ADN générèrent à leur tour les premières cellules primitives - les procaryotes, organismes unicellulaires - , aux alentours de 3,85 milliards d'années avant JC.

Un clin d'oeil géologique plus tard – environ 3,5 milliards d'années avant JC⁴⁹ – les premiers « cerveaux » communautaires laissèrent des traces indélébiles à la surface des océans primitifs. Ces marques étaient des stromatolithes, des dépôts minéraux dont la taille allait d'un simple centimètre à celle d'un homme. Les stromatolithes étaient fabriquées par des colonies de cellules qui coopéraient et comptaient un nombre de sujets supérieur au nombre d'êtres humains ayant jamais existé⁵⁰. Ces communautés primaires prospéraient dans les bas-fonds des lacs tropicaux et des bassins intertidaux des océans. Leurs citoyennes étaient précisément des cyanobactéries, organismes tellement rudimentaires qu'ils n'avaient pas encore confiné leur ADN dans le noyau de leur unique cellule. Mais pendant l'éternité que fut le début de leur existence, ces organismes avaient déjà appris à maîtriser l'une des principales astuces de la société : la division du travail⁵¹. Certains membres de la colonie se spécialisèrent en photosynthèse, stockant l'énergie du Soleil dans des molécules complexes, ornées d'adénosine triphosphate (ATP). Les constructeurs fonctionnant à l'énergie solaire prélevaient la substance nutritive de leur environnement et jetaient les résidus inutilisables dans des décharges potentiellement toxiques.

* Note JdL: Cette théorie fut énoncée par T.C. Chamberlin et F.R. Moulton. La théorie des marées, qui, à son premier stade, a été appelée, théorie planétésimale, suppose qu'une étoile passa très près du Soleil. Une immense marée de matière solaire fut soulevée vers l'étoile qui passait, arrachée au corps du Soleil, mais demeura dans son domaine ; et c'est de cette matière que furent formées les planètes. D'après la théorie planétésimale, la masse ainsi arrachée se brisa en petits fragments, qui se condensèrent dans l'espace. Quelques-uns furent éjectés du système solaire, d'autres retombèrent sur le Soleil, et le reste tourna autour de lui, en vertu de la force de gravitation. Dans leur révolution sur des orbites très allongées, il s'agglomérèrent, arrondirent leurs orbites à la suite de collisions, et à la fin, formèrent les planètes avec leurs satellites. Note issue de « *Mondes en Collision* », 2003 Ed. Le Jardin des Livres.

⁴⁹ Christian de Duve. « The Birth of Complex Cells ». *Scientific American*, avril 1996, page 52.

⁵⁰ Eshel Ben-Jacob. Correspondance personnelle. 25 janvier 1999.

⁵¹ James A. Shapiro. « Thinking about Bacterial Populations as Multicellular Organisms ». *Annual Review of Microbiology*. Palo Alto, Californie : Annual Reviews, 1998, page 88.

Et là, d'autres bactéries, très différentes, festoyaient de ces déchets qui auraient pu exterminer leurs parentes photosynthétiques.

La masse de ces êtres interdépendants était logée dans un abri central construit par leurs soins. En se multipliant, les fondatrices cyanobactériennes formaient une habitation circulaire. Les eaux dans lesquelles ils établissaient leur propriété rejetaient sur le campement une couche d'argile et de terre. Certaines habitantes répandaient des filaments pour fixer ces sédiments carbonatés. Niveau après niveau, la colonie créait son infrastructure, un édifice en forme de boudin de 1,80 à 2,15 mètres de long, aussi gros par rapport aux ouvrières qui l'avaient construit que l'Australie par rapport à un enfant armé d'une pelle et d'un seau.

La colonie possédait une autre caractéristique qui surpassait même son architecture. Il est prouvé que chaque mégalopole bactérienne possédait un QI collectif extraordinairement élevé. La preuve réside dans un modèle, bien connu des rares scientifiques qui étudient l'intelligence des sociétés microbiennes : les restes fossilisés de stromatolithes s'étendent tels des ondulations partant d'un centre unique, ce qui est la clé d'une stratégie d'exploration et d'alimentation caractéristique de certaines espèces bactériennes. Nous l'appellerons, par souci de commodité, la stratégie de l'investigation et du festin.

Des générations de scientifiques ont considéré les bactéries comme des cellules solitaires, suivant chacune son chemin dans l'univers impitoyable des bêtes microscopiques. Le moins que l'on puisse dire est qu'il s'agit là d'une fausse impression. Les travaux de James A. Shapiro, de l'Université de Chicago et d'Eshel Ben-Jacob, de l'Université de Tel Aviv ont montré que les bactéries sont extrêmement sociales⁵². Une spore bactérienne atterrit dans une zone riche en nourriture : grâce aux substances nutritives dans lesquelles elle est tombée, elle se reproduit à une

⁵² Deux myxobactéries, par exemple, doivent d'abord avoir un contact physique avant d'être « motivées » pour vaquer à leurs occupations. En fait, avoir un contact physique avec autant d'autres bactéries que possible est plus important pour une bactérie que de se faufiler vers une source de nourriture. L. J. Shimkets. « Social and Developmental Biology of the Myxobacteria ». *Microbiology Reviews*, décembre 1990, pages 473-501 ; James A. Shapiro. « Thinking about Bacterial Population as Multicellular Organisms ». *Annual Review of Microbiology*, page 88. Il y a toujours la sexualité bactérienne, qui n'a rien d'un processus solitaire (C. Bernstein et H. Bernstein. « Sexual Communication ». *Journal of Theoretical Biology*, septembre 1997, pages 69-78.)

vitesse vertigineuse⁵³. Mais, finalement, la parcelle de nourriture qui fut son point de départ s'épuise. Frappées par la famine, les bactéries procaryotes qui peuvent à présent se compter par millions, ne choisissent pas, comme les citoyens d'Athènes pendant la peste de 430 avant JC, de se laisser mourir une par une. Au contraire, elles joignent leurs efforts pour garder leur colonie en vie.

Les premières descendantes des spores d'une colonie étaient conçues comme des championnes de la digestion : des créatures nées pour se nourrir des denrées qui les entouraient et rester constamment au même endroit. Le fait d'être enracinées en ce lieu s'avérait logique quand le microscopique territoire débordait de provisions. Mais lorsque la nourriture s'épuisait, rester immobile et avaler à toute vitesse n'était plus une stratégie payante. Poussées par la faim ou par l'impatience⁵⁴, les bactéries changeaient de stratégie. Plutôt que de reproduire des casanières semblables à elles-mêmes, elles rassemblaient les ressources qui leur restaient pour engendrer des filles d'une autre espèce⁵⁵ : des vagabondes exubérantes⁵⁶ conçues pour s'éparpiller à la recherche de nouveaux territoires⁵⁷. Les membres de cette génération agitée exhibaient un ensemble de filaments externes⁵⁸ grâce auxquels elles pouvaient serpenter sur une surface dure ou tournoyer dans l'eau et la vase. La cohorte d'effrontées partait⁵⁹ chercher fortune en se développant à l'extérieur⁶⁰ de la base établie

⁵³ S. A. Sturdza. « Expansion Phenomena of Proteus Cultures. I. The Swarming Expansion ». *Zentralblatt für Bakteriologie*, décembre 1975, pages 505-530.

⁵⁴ S. Esipov et J. A. Shapiro. « Kinetic Model of *Proteus Mirabilis* Swarm Colony Development ». *Journal of Mathematical Biology* 36, 1998, pages 249-263.

⁵⁵ C. Allison et C. Hughes. « Bacterial Swarming: An example of Prokaryotic Differentiation and Multicellular Behaviour ». *Science Progress*, 75:298, 3^{ème} et 4^{ème} parties, 1991, pages 403-422.

⁵⁶ R. M. Harshey. « Bees Aren't the Only Ones: Swarming in Gram-negative Bacteria ». *Molecular Microbiology*, mai 1994, pages 389-394.

⁵⁷ O. Rauprich, M. Matsushita, C. J. Weijer, F. Siegert, S. E. Esipov et J. A. Shapiro. « Periodic Phenomena in *Proteus Mirabilis* Swarm Colony Development. » *Journal of Bacteriology*, novembre 1996, pages 6525-6538 ; J. A. Shapiro. « The Significances of Bacterial Colony Patterns. » *Bioessays*.

⁵⁸ R. M. Harshey. « Bees Aren't the Only Ones ». *Molecular Microbiology*, mai 1994, pages 389-394 ; S. Moens, K. Michiels, V. Keijers, F. Van Leuven et J. Vanderleyden. « Cloning, Sequencing, and Phenotypic Analysis of *laf1*, Encoding the Flagellin of the Lateral Flagella of *Azospirillum Brasilense* Sp7. » *Journal of Bacteriology*, octobre 1995, pages 5419-5426.

⁵⁹ C. Allison et C. Hughes. « Bacterial Swarming ». *Science Progress*, pages 403-422.

⁶⁰ E. O. Budrene et H. C. Berg. « Dynamics of Formation of Symmetrical Patterns by Chemotactic Bacteria ». *Nature*, 6 juillet 1995, pages 49-53 ; C. W. Douglas et K. A. Bisset. « Development of Concentric Zones in the *Proteus* Swarm Colony ». *Journal of Medical Microbiology*, novembre 1976, pages 497-500.

par leurs ancêtres. Lorsque leurs voyages les entraînaient finalement vers un nouvel *Eldorado*, elles émettaient un signal, indiquant qu'elles devaient changer de style de vie et s'enraciner solidement. Les heureuses exploratrices produisaient des filles sans flagelles, équipées pour extraire les richesses d'une zone, comme l'avaient fait leurs grands-mères avant elles. Ces jeunes pionnières imperturbables fouillaient dans le banquet découvert par leurs parentes. Mais lorsque la nourriture de leur propriété venait à manquer, la bougeotte les reprenait.

Les exploitantes enracinées envoyaient une fois de plus des filles propulsées par des flagelles dans une nouvelle expédition vers le grand inconnu.

Chaque génération d'exploratrices laissait peu de traces dans la nature où elle vagabondait. Ce n'est qu'en trouvant un pays de cocagne qu'elles s'installaient, formant un cercle visible d'une multitude d'individus aspirant les richesses de cet habitat vierge. Les bactéries modernes passent toujours du rôle de pionnières à celui de colonisatrices pour redevenir pionnières ensuite, laissant derrière elles des ondulations de cercles concentriques aussi visibles que ceux d'une cible dans un jeu de fléchettes. Des ondulations de ce type apparaissent chez les anciennes stromatolithes, ce qui indique que les bactéries qui existaient il y a 3,5 milliards d'années utilisaient le même système social complexe alternant l'exploration et le festin. Toutes les colonies bactériennes modernes n'utilisent pas la stratégie d'ondulations concentriques pour explorer et exploiter de nouveaux territoires. Certaines, comme les myxobactéries aquatiques – des bandes de chasseuses qui poursuivent leur proie – s'étirent et se tordent⁶¹ jusqu'à ce qu'elles attrapent le filament chimique d'une victime⁶².

⁶¹ James A. Shapiro. « Bacteria as Multicellular Organisms ». Scientific American, juin 1988, pages 84 et 89.

⁶² D'autres bactéries modernes se contorsionnent et serpentent également. Les *Escherichia coli* attendent un moment de faiblesse, puis font avancer de longues lignes de troupes des intestins d'un nouveau-né humain jusqu'à son rectum ou sa gorge. Et les aventurières avisées que sont les *Salmonella abortusovis* étendent leurs colonies en trois semaines des yeux au système de branchement sur la circulation des ganglions lymphatiques, puis établissent des têtes de pont dans le foie, la rate, les poumons et le cerveau. A. Pierro, H. K. Van Saene, S. C. Donnell, J. Hughes, C. Ewan, A. J. Nunn et D. A. Lloyd. « Microbial Translocation in Neonates and Infants Receiving Long-term Parenteral Nutrition ». *Archives of Surgery*, février 1996, pages 176-179 ; R. Sanchis, G. Abadie et P. Pardon. « *Salmonella Abortusovis* Experimental Infection Induced by the Conjunctival Route: Clinical, Serological and Bacteriological Study of the Dose Effect in Female Lambs ». *Veterinary Research* 26 :2, 1995, pages 73-80.

Ceci peut expliquer pourquoi certaines stromatolithes parcourent plus de 200 mètres en ligne droite dans les bas-fonds marins.

Il n'y avait pas de « *chacune pour soi* » à cette époque profonde et sombre. Les recherches contemporaines indiquent au contraire que les premières communautés de bactéries étaient soigneusement connectées par des liens de communication⁶³. Elles disposaient de nombreux systèmes de signalisation : épanchements chimiques⁶⁴ grâce auxquels un groupe transmettait ses découvertes à tous ses voisins⁶⁵, fragments de matériel génétique passant d'un bout à l'autre de la communauté, et un certain nombre d'autres mécanismes de diffusion de données⁶⁶ sur longue distance. Tous ces dispositifs faisaient d'une colonie un processeur d'informations collectif⁶⁷ pouvant sentir le danger, observer l'environnement⁶⁸ et subir, si nécessaire, des adaptations pour survivre et prospérer. Cette machine à apprendre était si ingénieuse qu'Eshel Ben-Jacob la nomma « *réseau créatif* »⁶⁹.

L'une des clés de la créativité bactérienne était l'utilisation de signaux d'attraction et de répulsion. Lorsque la famine s'installait, des bandes de cavalières bactériennes formaient une longue file qui menait à un territoire aussi stérile que celui qu'elles avaient fui. Mais les bactéries des expéditions ratées ne

⁶³ C. Allison, H. C. Lai, D. Gyri et C. Hughes. « Cell Differentiation of *Proteus Mirabilis* Is Initiated by Glutamine, a Specific Chemoattractant for Swarming Cells ». *Molecular Microbiology*, avril 1993, pages 53-60.

⁶⁴ G. P. Salmond, B. W. Bycroft, G. S. Stewart et P. Williams. « The Bacterial 'Enigma': Cracking the Code of Cell-Cell Communication ». *Molecular Microbiology*, mai 1995, pages 615-624 ; R. E. Sicard. « Hormones, Neurosecretions, and Growth Factors as Signal Molecules for Intercellular Communication ». *Developmental and Comparative Immunology*, printemps 1986, pages 269-272 ; N. H. Hussain, M. Goodson et R. J. Rowbury. « Recent Advances in Biology: Intercellular Communication and Quorum Sensing in Micro-organisms ». *Science Progress* 81, 1^{ère} partie (1998), pages 69-80.

⁶⁵ J. Muñoz-Dorado et J. M. Arias. « The Social Behavior of *Myxobacteria* ». *Microbiologia*, décembre 1995, pages 429-438.

⁶⁶ James A. Shapiro. « Thinking about Bacterial Populations as Multicellular Organisms ». *Annual Review of Microbiology* ; V. Norris et G. J. Hyland. « Do Bacteria Sing? Sonic Intercellular Communication between Bacteria May Reflect Electromagnetic Intracellular Communication Involving Coherent Collective Vibrational Modes That Could Integrate Enzyme Activities and Gene Expression ». *Molecular Microbiology*, mai 1997, pages 879-880.

⁶⁷ K. M. Gray. « Intercellular Communication and Group Behavior in Bacteria ». *Trends in Microbiology*, mai 1997, pages 184-188.

⁶⁸ A. J. Wolfe et H. C. Berg. « Migration of Bacteria in Semisolid Agar ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United-States of America*, septembre 1989, pages 6973-6977.

⁶⁹ Eshel Ben-Jacob, A. Tenenbaum, O. Shochet, I. Cohen, A. Czirik et T. Vicsek. « Generic Modeling of Cooperative Growth Patterns in Bacterial Colonies ». *Nature* 368 (1994), pages 46-49.

supportaient pas leur destin en silence, car elles étaient les tentacules sensorielles grâce auxquelles le groupe sondait sa *terra incognita*⁷⁰. En tant que telles, elles devaient communiquer leurs découvertes. Pour ce faire, elles émettaient un message chimique⁷¹ signifiant : « évitez-moi ». Les autres groupes d'exploratrices tenaient compte de cet avertissement et évitaient leurs soeurs échouées dans le désert. En libérant des répulsifs chimiques, les éclaireuses malchanceuses avaient scellé leur destin. Elles mourraient dans le Sahara où elles s'étaient perdues, seules et abandonnées. Mais leur mort avait atteint son but : ajouter des rapports d'enquête à une base de connaissances en expansion.

D'autres bactéries rencontraient des conditions turbulentes qui les détruisaient radicalement. Mais elles aussi réussissaient à envoyer des informations sur leur destin. Les fragments de leurs génomes déchiquetés transmettaient à la colonie le message de danger laissé derrière elles. Puis, il y avait les voyageuses qui, dans leur périple, atteignaient une nouvelle terre promise. Celles-ci émettaient un bulletin chimique d'une toute autre sorte⁷². Grossièrement traduit, il signifiait : « *Eurêka, on l'a trouvée. Rejoignez-nous vite et prospérons. N'est-ce pas génial d'être en vie ?* »⁷³.

Si la stratégie d'expansion et de recherches de la colonie s'avérait vaine, les messages renvoyés au centre ne déclenchaient pas le départ de nouvelles vagues d'émigrantes. Les communiqués entrants fournissaient des données brutes pour la recherche et le développement génétique. Les micro-organismes, liés par des informations⁷⁴, possédaient un talent dépassant les capacités du meilleur super-calculateur de Cray Research ou de Fujitsu⁷⁵. Dans un contexte de crise, les bactéries ne comptaient pas sur

⁷⁰ Les études d'Eshel Ben-Jacob sont de loin les plus sophistiquées menées sur les signaux que s'envoyaient les bactéries pour prévenir d'un danger ou d'une découverte (voir les articles de Ben-Jacob cités ci-dessus). Ce compte-rendu est basé sur les travaux de Ben-Jacob.

⁷¹ Michael B. Yarmolinsky. « Programmed Cell Death in Bacterial Populations », *Science*, 10 février 1995, pages 836-837 et page 837.

⁷² Richard Lipkin. « Bacterial: How Patterns Reveal Clues about Bacterial's Chemical Communication ». *Science News*, 4 mars 1995, page 137.

⁷³ Eshel Ben-Jacob. Communication personnelle. 23 avril 1996 ; Eshel Ben-Jacob. Communication personnelle. 9 mai 1996.

⁷⁴ Comme l'explique John Holland pionnier du développement de l'étude des systèmes adaptatifs complexes, la fusion des « comportements de divers ensembles d'agents » engendre des « capacités collectives » bien supérieures à celle de tout individu. John H. Holland. *Hidden Order: How Adaptive Builds Complexity*. New York, Addison-Wesley, 1995, page 31.

une délivrance issue d'un processus aléatoire comme une mutation, mais utilisaient au contraire leurs compétences en génie génétique. Car les bactéries furent les premières à utiliser les outils dont se servent aujourd'hui en biotechnologie⁷⁶ les bricoleurs généticiens : plasmides, vecteurs, phages et transposons – trancheurs, dupicateurs, déménageurs longue distance, soudeurs et réorganiseurs génétiques de la Nature. Surmonter un désastre impliquait parfois le branchement d'hélices d'ADN préfabriquées et le retour à des stratégies ancestrales. Lorsque ces ruses ne fonctionnaient pas, explique Ben-Jacob, et que l'enjeu était la vie ou la mort, les millions de bactéries d'une colonie – et souvent billions – utilisaient leur génome, tels des ordinateurs individuels, les mêlant les uns aux autres, combinant leurs données et formant une intelligence collective capable de reprogrammer l'héritage génétique partagé par leur espèce de manière inédite et inconnue. Le cerveau global microbien – doté de transports longue distance, d'un échange de données, de variations génétiques d'où extraire de nouveaux secrets et de la capacité de réinventer des génomes – lança ces opérations environ 91 billions de générations bactériennes avant la naissance d'Internet.

Les anciennes bactéries, si elles fonctionnaient comme celles d'aujourd'hui, avaient maîtrisé l'art de l'échange mondial d'informations⁷⁷. Elles troquaient des fragments de matériel génétique comme les êtres humains échangent des programmes informatiques⁷⁸. Ce système de bavardage moléculaire permettait aux micro-organismes de télégraphier une amélioration depuis les mers de l'Australie actuelle vers les eaux peu profondes qui recouvraient le Midwest de l'Amérique du Nord actuelle. La nature et la vitesse de la communication étaient certainement

⁷⁵ Cray Research : firme américaine fondée en 1972 par Seymour Cray et conceptrice, en 1976, de Cray 1, le plus puissant ordinateur jamais construit au monde. Fujitsu est le spécialiste japonais des supercalculateurs.

⁷⁶ Voir, par exemple, J. A. Shapiro. « *Genome Organization: Natural Genetic Engineering and Adaptive Mutation.* » *Trends in Genetics*, mars 1997, pages 98-104 ; J. A. Shapiro. « *Natural Genetic Engineering in Evolution* ». *Genetica* 86 1-3 (1992), pages 99-111.

⁷⁷ Sorin Sonea et Maurice Panisset. *A New Bacteriology*. Boston : James and Bartlett, 1983 ; Sorin Sonea. « *The Global Organism: A New View of Bacteria* ». *The Sciences*, juillet/août 1988, pages 38-45 ; Lynn Margulis et Dorian Sagan. *Microcosmos: Four Billion Years of Microbial Evolution*. New York : Summit Books, 1986.

⁷⁸ Didier Mazel, Broderick Dychinco, Vera A. Webb et Julian Davies. « *A Distinctive Class of Integron in the Vibrio Cholerae Genome* ». *Science*, 24 avril 1998, pages 605-608 ; Elizabeth Pennisi. « *Versatile Gene Uptake System Found in Cholera Bacterium* ». *Science*, 24 avril 1998, pages 521-522.

très intenses. Les premiers micro-organismes auraient utilisé les courants de vent et d'eau traversant la planète pour transporter les bribes de code génétique et télégraphiaient ainsi leurs derniers conseils sur la marche à suivre et les nouvelles de leurs grandes découvertes générales. Trois milliards d'années avant Jésus-Christ, au moins 11 espèces bactériennes différentes⁷⁹ échangeaient apparemment des secrets commerciaux.

Les microbes ont continué à mettre à jour la rapidité et la sophistication de leur réseau mondial jusqu'à aujourd'hui. Entre-temps, les futures formes *pluricellulaires* voyaient le jour sur la terre et dans la mer avec une pléthore de nouvelles capacités. Même si l'intelligence structurée en réseau restera une clé de la survie de ces espèces plus « avancées », il faudra plus de deux milliards d'années avant qu'un nouveau cerveau d'envergure planétaire naisse parmi les animaux supérieurs... et répande dans la foulée les premiers outils en pierre.

⁷⁹ J. William Schopf. « Microfossils of the Early Archean Apex Chert: New Evidence of the Antiquity of Life ». *Science*, 30 avril 1993, pages 640-646.

~ 2 ~

LE TRAVAIL EN RÉSEAU À L'ÂGE DES TÉNÈBRES DE LA PALÉONTOLOGIE

De 3,5 milliards à 520 millions av. JC

Le vitalisme n'est pas la seule alternative au darwinisme. Je suggère une nouvelle option, celle d'une évolution coopérative fondée sur la formation de réseaux créatifs. L'émergence de cette nouvelle donne implique le passage d'un point de vue purement réductionniste à un point de vue rationnel holistique, dans lequel la créativité est bien dans le domaine des Sciences naturelles.

Eshel Ben-Jacob,
Directeur de l'Ecole de Physique
et d'Astronomie à l'Université de Tel Aviv

Le chapitre précédent nous a donné un aperçu de la manière dont l'évolution a équipé chaque bactérie pour lui permettre d'agir en tant que composant d'un cerveau interconnecté. Résultat : une colonie sociale capable d'organiser des données en réseau, de résoudre des problèmes, de ré-outiller des génomes de façon créative et de transmettre et de recevoir des mises à niveau génétiques sur un plan global. Mais une grande partie de l'évolution s'est déroulée depuis 3,5 milliards d'années avant JC. Qu'est-il arrivé au cerveau global depuis ?

C'est là une histoire étrange. Selon le dogme paléontologique, quasiment aucun événement significatif ne s'est produit

avant l'explosion cambrienne qui a eu lieu il y a environ 535 millions d'années. Un auteur scientifique célèbre, résumant l'opinion des experts, qualifie cette période intérim de « *trois milliards d'années de non-événement* »⁸⁰. Bien sûr, expliquent les autorités scientifiques en bâillant, il y eut quelques petits reflux évolutionnistes occasionnels, mais ces instants d'indigestion ne valent pas la peine d'être mentionnés.

Pourtant les indices prouvant que l'on a tort de bâiller sont nombreux. Les nouvelles formes de comportement et d'interaction ayant laissé peu de traces fossilisées, et des paléontologues refusant de voir l'activité sociale protérozoïque, le dossier *semble* vierge. Mais des preuves indiquent que des formes d'organisation évoluées ont subi à cette époque de longues épreuves, de plus en plus complexes, visant à désigner les rares élues qui allaient prospérer.

Niveau par niveau, des assemblées déterminées se mirent en réseau pour former des processeurs qui, à leur tour, devenaient les micro-modules d'un réseau plus grand. Les premières bactéries, les procaryotes, avaient été des confédérations hautement coordonnées de ce que, par manque d'un terme adéquat, nous appellerons des « *molécules intelligentes* » : chacune se consacrait à une fonction vitale. Certaines, talentueuses, pompaient les sucres et les acides aminés pour répondre aux besoins des lieux qu'elles desservaient. D'autres fournissaient l'alimentation en désassemblant du carburant pour libérer son énergie. D'autres encore réglaient l'équilibre chimique – en assemblant les protéines, des nucléotides, des vitamines et des acides gras – nécessaires à la survie. Des regroupements de molécules à l'intérieur d'un procaryote détectaient la nourriture ou le danger, et transmettaient le message aux autres escadrons moléculaires qui manœuvraient les rames et les rotors⁸¹ et créaient le mouvement, permettant à leur hôte de bondir sur un morceau appétissant ou de tourner le dos à un chasseur à l'affût pour s'enfuir rapidement.

Cependant, la biochimie des fossiles indique qu'il y a au moins 2,7 milliards d'années⁸², de nouvelles formes ont franchi la porte de l'évolution. L'une de ces premières créatures, qui a d'ailleurs laissé l'empreinte complète de sa forme dans un fossile,

⁸⁰ Karen Wright. « When Life Was Odd ». *Discover*, mars 1997, page 53.

⁸¹ Les cils et les flagelles.

⁸² Jochen J. Brocks, Graham A. Logan, Roger Buick et Roger E. Summons. « Archean Molecular Fossils and the Early Rise of Eukaryotes ». *Science*, 13 août 1999, pages 1033-1036.

est l'organisme visible à l'oeil nu nommé *Grypania* remontant à 2,2 milliards d'années avant JC⁸³. Ce parent des cyanobactéries, de la taille d'un fil qui aurait été enroulé autour d'une pièce de cinq centimes, était apparemment l'un des plus grands eucaryotes, ces formes de vie possédant un noyau isolé par une membrane au centre de leurs cellules⁸⁴. Le *Grypania* représente non seulement un progrès considérable en taille, mais aussi une forme de vie qui se développa grâce à des avancées radicales en matière de réseaux biologiques reliant les éléments internes les plus cruciaux d'une créature⁸⁵. Alors qu'un seul procaryote (comme par exemple une bactérie) avait été un réseau de molécules intelligentes, un eucaryote était la toile qui apparaissait lorsqu'une quantité de trames moléculaires fusionnaient.

Selon la théorie actuelle, les cellules eucaryotes débutèrent comme bactérie⁸⁶ mais avec une disposition particulière pour l'hospitalité : elles prenaient d'autres bactéries⁸⁷ en pension et les mettaient à contribution dans leurs entrailles en tant que résidentes permanentes⁸⁸. Ces visiteuses qui fabriquaient des mitochondries⁸⁹ étaient chargées de générer l'énergie interne⁹⁰. Des

⁸³ Graham Bell. « Model Metaorganism ». *Science*, 9 octobre 1998, page 248 ; Richard A. Kerr. « Early Life Thrived Despite Early Travails ». *Science*, 25 juin 1999, pages 2111-2113 ; Dr Charles F. Delwiche. Communications personnelles. Février 1997 et septembre 1999. La recherche génétique corrobore la preuve fossile offerte par la *Grypania*, en situant la séparation entre les archéobactéries et les eucaryotes il y a plus de deux milliards d'années. Cf. : D. F. Feng, G. Cho et R. F. Doolittle. « Determining Divergence Times with a Protein Clock: Update and Reevaluation ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 25 novembre 1997, pages 13028-13033.

⁸⁴ Christian de Duve. « The Birth of Complex Cells ». *Scientific American*, avril 1996, page 50.

⁸⁵ Graham Bell. « Model Metaorganism ». *Science*, page 248 ; Ben Waggoner. « Introduction to the Proterozoic ». Copyright 1994, 1995, 1996, 1997 du Museum of Paleontology de la University of California de Berkeley et des Membres du conseil de la University of California.

www.ucmp.berkeley.edu/. Février 1997.

⁸⁶ William Martin et Miklos Müller. « The Hydrogen Hypothesis for the First Eukaryote ». *Nature*, 5 mars 1998, pages 37-41. La biologiste Lynn Margulis fut la première à défendre « la théorie endosymbiotique en série » selon laquelle les organites situés dans les cellules eucaryotes avaient débuté comme des bactéries envahissantes ou invitées.

⁸⁷ Lynn Margulis. *Symbiosis in Cell Evolution: Microbial Communities in the Archean and Proterozoic Eons*, 2^{ème} éd., New York : W. H. Freeman, 1993.

⁸⁸ Jeffrey D. Palmer. « Organelle Genomes: Going, Going, Gone! » *Science*, 7 février 1997, pages 790-791.

⁸⁹ Organite cytoplasmique jouant un rôle fondamental dans la respiration cellulaire liée à la synthèse d'ATP.

⁹⁰ William Martin et Miklos Müller. « The Hydrogen Hypothesis for the First Eukaryote ». *Nature* ; Kathleen Sandman et John N. Reeve. « Origin of the Eukaryotic Nucleus ». *Science*, 24 avril 1998, page 499d ; Gretchen Vogel. « Did the First Complex Cell Eat Hydrogen? » *Science*, 13 mars 1998, pages 1633-1634 ; Gretchen Vogel. « Searching for Living Relics of the Cell's Early Days ». *Science*, 12 septembre 1997, page 1604.

convertisseurs solaires étaient transformés en chloroplastes⁹¹ et utilisés pour gérer la photosynthèse interne. Et les bactéries nerveuses aux talents multiples nommées spirochètes servaient d'étais pour la charpente interne de la cellule eucaryote, de fibres contractiles pour le transport interne, de propulseurs tourbillonnants pour le mouvement externe et d'organiseurs du déroulement reproductif de l'immense stock de gènes de l'eucaryote. Se sentant comme chez elles, ces bourreaux de travail finirent par se reproduire en même temps que chacun des clones cellulaires de leur hôte⁹². Selon la biologiste Lynn Margulis, c'est justement cette approche solidaire qui a permis à la Vie de ne pas succomber au premier holocauste polluant toxique : la dispersion dans l'atmosphère d'un gaz mortel pour les premiers habitants de la Terre, l'oxygène. En effet, les mitochondries vivant dans les nouvelles cellules eucaryotes sauvèrent la situation en engloutissant l'oxygène avant qu'il ne cause le moindre dégât, et en transformant la vapeur en aliment pour leur protectrice et pour les autres membres de leur communauté cellulaire⁹³.

Les fossiles nous indiquent qu'il y a un milliard d'années, les eucaryotes unicellulaires n'utilisaient pas leur travail d'équipe interne uniquement pour surmonter les catastrophes. Des eucaryotes, des protozoaires pour être précis, étaient souvent pourvus d'un squelette composé d'anciens spirochètes, véritable châssis capable de supporter de nombreux accessoires parmi les plus modernes. Certains développèrent des coques externes ainsi que les capacités d'avancer vite dans l'eau et de ramper grâce à des micro-tubules de spirochète qui assemblaient deux segments de coque puis les relâchaient. Des progrès, tels que des tubes intérieurs et des vésicules qui recueillaient l'eau et la recrachaient avant qu'une surcharge gonfle l'intérieur de la cellule, permirent à ces protozoaires d'augmenter leur taille et leurs capacités. Cette pompe de fond de cale anticipait l'évolution que seraient les reins. Une autre avancée importante fut le « développement » : la capacité à assumer une succession de formes physiques adaptées à la réalisation d'objectifs différents. Un protozoaire pouvait débiter son existence comme géomètre ultra-rapide, se propulsant à l'aide d'une flagelle comparable à un fouet pour chercher de nouveaux territoires à exploiter, puis devenir une lente mais

⁹¹ Organite contenant de la chlorophylle et de l'ADN, situé dans le cytoplasme, assurant la photosynthèse chez les végétaux verts.

⁹² Lynn Margulis. *Symbiosis in Cell Evolution*, pages 5-335.

⁹³ Margulis est soutenue par les théories présentées par Christian de Duve dans « The Birth of Complex Cells ». *Scientific American*, page 56.

puissante goutte d'amibe⁹⁴, exploitante suprême des découvertes environnementales. Avion espion U-2 en début de vie, il se transformait en moissonneuse après la découverte d'un champ de céréales.

Des indices montrent l'existence d'innombrables étapes n'ayant toujours pas été découvertes dans une autre technologie fondamentale en réseau : l'avènement d'un système nerveux. Les cellules cyanobactériennes d'il y a 3,5 milliards d'années étaient déjà capables d'activer les molécules en transmettant les données recueillies par les molécules sensorielles, permettant ainsi à une bactérie d'esquiver un danger et de foncer vers la moindre opportunité. Mais l'eucaryote, cet ensemble d'êtres précédemment indépendants qui vivent et meurent à l'unisson, était une bête beaucoup plus grande et complexe. Son équipement de communication interne se composait de la matrice de son cytosquelette (des barres transversales tubulaires) qui changeait instantanément de forme pour adapter la cellule à son environnement⁹⁵. Le cytosquelette était un coordinateur interne si agile que des théoriciens audacieux le qualifièrent de « *cerveau* » cellulaire⁹⁶. Le trafic interne des données était également soutenu par des « *messagers secondaires* » tels que l'AMP (adénosine monophosphate) cyclique⁹⁷. Celle-ci était une toute petite molécule qui recueillait les messages arrivant aux ports de la membrane externe et les envoyait vers leur cible à l'intérieur de la cellule. De plus, elle ajustait le fonctionnement des canaux de la membrane, déclenchait les producteurs d'énergie, activait les enzymes⁹⁸ et modifiait même la vitesse et la direction de la cellule⁹⁹, changeant la mission de celle-ci à mi-course. Les voyages de l'AMP cyclique

⁹⁴ Les bactéries avaient également la capacité de passer de la situation de nageuses à celle de colons, mais les procaryotes remportèrent la palme non seulement en réussissant cet exploit à une échelle largement supérieure mais aussi en y ajoutant de nouvelles variantes - comme la forme amibienne. Roberto Kolter et Richard Losick. « One for All and All for One ». *Science*, 10 avril 1998, pages 226-227.

⁹⁵ Ning Wang, James P. Butler et Donald E. Ingber. « Mechanotransduction across the Cell Surface and through the Cytoskeleton ». *Science*, 21 mai 1993, pages 1124-1127 ; Steven R. Heidemann. « A New Twist on Integrins and the Cytoskeleton ». *Science*, 21 mai 1993, pages 1080-1081 ; A. J. Maniotis, C. S. Chen et D. E. Ingber. « Demonstration of the Mechanical Connections between Integrins, Cytoskeletal Filaments and Nucleoplasm That Stabilize Nuclear Structure ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 4 février 1997, pages 849-854.

⁹⁶ R. Lahoz-Beltra, S. R. Hameroff et J. E. Fayhoff. « Cytoskeletal Logic: A Model for Molecular Computation via Boolean Operations in Microtubules and Microtubule-Associated Proteins ». *Biosystems* 29:1, 1993, pages 1-23 ; M. Jibu, S. Hagan, S. R. Hameroff, K. H. Pribram et K. Yasue. « Quantum Optical Coherence in Cytoskeletal Microtubules: Implications for Brain Function ». *Biosystems* 32:3, 1994, pages 195-209.

étaient notables non seulement pour la précision de leur routage mais aussi pour la complexité des distances parcourues. La taille de l'eucaryote moyen était dix fois (et même dans certains cas plusieurs milliers de fois) supérieure à celle d'un procaryote de l'épisode précédent. Dans une si grosse cellule, une détection rapide par la membrane, et des réactions tout aussi promptes rendues possibles par les messagers secondaires, s'avéreraient totalement indispensables.

Les protozoaires étaient menacés par des cousins véloces : d'autres protozoaires, chasseurs eucaryotes unicellulaires traquant leurs semblables, carnivores à leur façon et dotés de lanceurs de poison (des toxicystes)¹⁰⁰ sur leur surface extérieure, en plus des flagelles et des cils nécessaires à l'accomplissement de mouvements rapides. Ils devaient coordonner un ensemble de fouets de spirochète et de poils propulsifs (les cils) pour se déplacer précisément. Leurs proies potentielles, équipées de systèmes de propulsion identiques, devaient être tout aussi rigoureuses dans la mobilisation de leurs organes pour s'enfuir.

D'autres prototypes de composants du système nerveux étaient en gestation. Nos vieilles procaryotes (comme les bactéries) étaient depuis longtemps capables de détecter des gradients chimiques, des flux dont l'affaiblissement ou le renforcement

⁹⁷ Hiroaki Kawasaki, Gregory M. Springett, Naoki Mochizuki, Shinichiro Toki, Mie Nakaya, Michiyuki Matsuda, David E. Housman et Ann M. Graybiel. « A Family of CAMP-Binding Proteins That Directly Activate Rap1 ». *Science*, 18 décembre 1998, pages 2275-2279 ; Robert D. Blitzer, John H. Connor, George P. Brown, Tony Wong, Shirish Shenolikar, Ravi Iyengar et Emmanuel M. Landau. « Gating of CaMKII by CAMP-Regulated Protein Phosphatase Activity during LTP ». *Science*, 19 juin 1998, pages 1940-1943 ; Domenico Grieco, Antonio Porcellini, Enrico V. Avvedimento et Max E. Gottesman. « Requirement for CAMP-PKA Pathway Activation by M Phase-Promoting Factor in the Transition from Mitosis to Interphase ». *Science*, 22 mars 1996, pages 1718-1723 ; Upinder S. Bhalla et Ravi Iyengar. « Emergent Properties of Networks of Biological Signaling Pathways ». *Science*, 15 janvier 1999, pages 381-387.

⁹⁸ Par exemple, l'AMP cyclique dirige littéralement la totalité des nombreuses modifications du développement d'une amibe myxomycète en activant l'enzyme PKA. Selon des recherches décrites dans la grande revue américaine *Science*, parmi les organismes supérieurs, l'équipe composée de l'AMP cyclique et de la PKA « est l'acteur clé partout que ce soit dans l'embryogenèse des chez la mouche du vinaigre ou dans la mémoire chez les souris ». Trisha Gura. « One Molecule Orchestrates Amoebae ». *Science*, 11 juillet 1997, page 182.

⁹⁹ Ravi Iyengar. « Gating by Cyclic AMP: Expanded Role for an Old Signaling Pathway ». *Science*, 26 janvier 1996, pages 461-463 ; Peter Satir et Ian Gibbons. « Cilia and Flagella ». *McGraw-Hill Multimedia Encyclopedia of Science and Technology*. Version 2.0 New York : McGraw-Hill, 1995. CD-ROM

¹⁰⁰ N. Rieder. « Early Stages of Toxicyst Development in *Didinium Nasutum* ». *Zeitschrift für Naturforschung B*, avril 1968, page 569 ; Richard P. Hall. « Protozoa ». *McGraw-Hill Multimedia Encyclopedia of Science and Technology*. Version 2.0 New York : McGraw-Hill, 1995. CD-ROM

permettait à une seule bactérie de déterminer si elle nageait ou non en direction du signal chimique. Elles étaient aussi capables d'utiliser ses « *réseaux informatiques moléculaires* », comme les nomme le microbiologiste James Shapiro, « *pour prendre des décisions appropriées et adapter leur activité afin de se coordonner avec d'autres cellules du groupe* »¹⁰¹. Les codes chimiques connectant les protozoaires utilisaient pour leur part une centaine de protéines transmettant des signaux et qui s'avéreront vitales pour les neurones et les synapses d'aujourd'hui. A ce stade, les eucaryotes unicellulaires permirent également au rassemblement d'informations d'avancer d'un pas de géant, en développant des sentinelles spécialisées. La tache oculaire (point de vision) chez l'euglène¹⁰² en est un exemple¹⁰³. Certains euglènes utilisaient ce photorécepteur en tandem avec un autre petit point détecteur de lumière situé sur l'une des flagelles, près de leur bouche, créant ainsi la phototaxie à deux organes – la reconnaissance de la lumière grâce à « deux points de vue » – annonciatrice de la vision stéréoscopique.

Simultanément, l'une des premières assemblées de molécules intelligentes avait été l'équipage de cette unité ingénieuse qu'est le gène¹⁰⁴, et le chromosome avait été une fusion moléculaire bien plus majestueuse, corde entortillée, nouée de gènes qui non seulement travaillaient ensemble¹⁰⁵, mais fusionnaient aussi avec une telle densité qu'ils formaient une méga-molécule massive. Souvenez-vous de la bactérie procaryote : elle possédait un simple et unique chromosome en forme d'anneau se mouvant librement, ce qui facilitait la subdivision en clones. Mais cette simple division cellulaire n'était qu'un aperçu d'une révolution imminente : en premier survint une invention eucaryote, le déménagement de nombreux chromosomes dans un apparte-

¹⁰¹ James A. Shapiro. « Thinking about Bacterial Populations as Multicellular Organisms ». *Annual Review of Microbiology*. Palo Alto Californie : Annual Reviews, 1998, page 88.

¹⁰² Du grec Euglénos qui signifie « aux beaux yeux » est protozoaire flagellé des eaux douces pourvu de chlorophylle.

¹⁰³ T. W. James, F. Crescitelli, E. R. Loew et W. N. McFarland. « The Eyespot of *Euglena Gracilis*: A Microspectrophotometric Study ». *Vision Research*, septembre 1992, pages 1553-1591 ; J. J. Wolken. « *Euglena*: The Photoreceptor System for Phototaxis ». *Journal of Protozoology*, novembre 1977, pages 518-522 ; Richard P. Hall. « Protozoa ». *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology*.

¹⁰⁴ Les gènes sont des chaînes de molécules nommées nucléotides.

¹⁰⁵ Contrairement à ce que sous-entend l'expression « le gène égoïste », tous les gènes fonctionnent en équipe. Même les gènes d'une bactérie sont réunis dans un chromosome circulaire.

Tables des Matières

Revue de Presse.....	5
Prologue.....	11
1 Les réseaux créatifs à l'ère précambrienne.....	27
2 Le travail en réseau à l'âge des ténèbres de la paléontol	37
3 Le même à l'état embryonnaire.....	51
4 Des synapses sociales aux ganglions sociaux.....	69
5 Les mammifères et l'ascension continue de l'esprit.....	87
6 Le tissage d'une tapisserie nouvelle.....	99
7 Voyage dans l'usine de la perception.....	111
8 La réalité est une hallucination partagée.....	121
9 La police de conformité.....	137
10 Les générateurs de diversité.....	151
11 La fin de la période glaciaire et l'essor du feu urbain....	167
12 Le tissage de la conquête et les gènes du commerce.....	181
13 La Grèce, Milet et Thalès.....	199
14 Sparte et singerie.....	211
15 L'hypothèse du pluralisme.....	229
16 Pythagore, sub-cultures et circuits-psychobio.....	245
17 L'emprise des attracteurs d'influence.....	269
18 Extension, développement et irrationalité.....	293
19 Le rapt de l'esprit collectif.....	317
20 L'esprit collectif inter-espèces.....	345
21 Conclusion :la réalité des rêves de l'esprit collectif.....	365
Interview Howard Bloom.....	376
Bibliographie.....	394