

A stylized profile of a human head in shades of blue and dark blue. The interior of the head is filled with colorful, abstract lines representing neural activity or brain scans. The lines are in various colors: red, green, yellow, and light blue. The overall aesthetic is modern and scientific.

SOUS LA DIRECTION DE
YVES LE FLOC'H SOYE, ALAIN BERTHOZ
ET CLÉMENT SANCHEZ

SAPIENS : MÉTAMORPHOSE OU EXTINCTION ?

**SAPIENS:
MÉTAMORPHOSE
OU EXTINCTION?**

**SOUS LA DIRECTION DE
YVES LE FLOC'H SOYE,
ALAIN BERTHOZ
ET CLÉMENT SANCHEZ**

**SAPIENS:
MÉTAMORPHOSE
OU EXTINCTION?**

humen**Sciences**



**Prolongez l'expérience avec la newsletter de Cogito
sur www.humensciences.com**

« Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes des paragraphes 2 et 3 de l'article L122-5, d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, sous réserve du nom de l'auteur et de la source, que "les analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information", toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite (art. L122-4). Toute représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, notamment par téléchargement ou sortie imprimante, constituera donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. »

 © iStock/Dimitris66

ISBN : 9782379314131

Dépôt légal : février 2022

© Éditions humenSciences / Humensis, 2022
170 bis, boulevard du Montparnasse, 75014 Paris
Tél. : 01 55 42 84 00
www.humensciences.com

SOMMAIRE

SOMMAIRE PARALLÈLE.....	7
PARTIE 1 D’OÙ VENONS-NOUS?	17
1. Petite introduction à la notion du temps.....	19
2. Sur les pas du temps	23
3. À la découverte du temps profond.....	33
4. Des Hominines à <i>Homo sapiens</i>	39
5. Une évolution humaine coûteuse en énergie.....	59
6. <i>Homo developmentalis</i>	77
7. <i>Homo sapiens</i> : un animal socioculturel inventif, mais pas toujours clairvoyant.....	89
PARTIE 2 QUI SOMMES-NOUS?	105
8. Introduction à la notion de cellularité.....	107
9. L’identité humaine ou l’importance d’être soi-même	109
10. L’Animal et l’Homme	139
11. Une révolution invisible : l’homme microbien.....	151
12. La créativité artistique et la survie	175
PARTIE 3 OÙ EN SOMMES-NOUS?	189
13. Le déni du réel, cause de la destruction de la nature ? ...	191
14. Prendre soin des réseaux numériques.....	215
15. Normes, normativité	225
16. Les insectes, petits et innombrables.....	241
17. L’Homme, la nature et l’énergie.....	261
PARTIE 4 OÙ ALLONS-NOUS?	277
18. Anticipation et prédiction	279

19. La sixième extinction	293
20. <i>Quo vadis Homo?</i>	299
PARTIE 5 QUE POUVONS-NOUS FAIRE?	309
21. Vers une société humaniste?	311
22. Métamorphose des habitats	323
23. Vers la ville de la biodiversité.....	339
24. Bioéconomie circulaire et biologie de synthèse	355
25. Vers une chimie sociétale	367
26. Une seule santé	373
27. Étendre nos capacités de perception et d'action avec des robots	387
28. Science, technologie et conquête du bonheur.....	411
29. Changements pour la survie de l'humanité.....	439
NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	445
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	467
BIOGRAPHIES DES AUTEURS.....	475
REMERCIEMENTS	487

SOMMAIRE PARALLÈLE...

Yves le Floc'h Soye et Agnès Weinberger

L'entendement du monde par *Homo sapiens* et sa relation avec son environnement sont de plus en plus difficiles. Nous voilà sommés de gérer de multiples informations complexes, incomplètes ou inexactes dans un contexte comportant des variations aléatoires. Il est capital de connaître le rôle que peuvent jouer les principaux facteurs entrant en jeu pour la survie de l'Homme et de la société face aux grands risques environnementaux, technologiques et socioculturels. Nous avons appris à séparer les connaissances alors qu'il faut les relier. En outre, pour répondre à l'imprévu, il faut inhiber des stéréotypes et des biais cognitifs afin d'avoir une flexibilité cognitive permettant de s'affranchir de fixations mentales. Penser « intégré », c'est considérer chaque enjeu en sachant qu'ils sont tous connectés et soumis à un ensemble plus vaste et qui conditionne tous les autres, à savoir notre vie sur la Terre. Bref, il s'agit de savoir appréhender un réseau complexe d'interactions constitué d'une diversité de liens. La vie est issue de l'association organisatrice de constituants faisant émerger des propriétés nouvelles, et de l'aptitude à s'adapter en répondant à ce qui est nouveau pour composer une réponse efficace.

SAPIENS : MÉTAMORPHOSE OU EXTINCTION ?

Cet ouvrage ne prétend pas être exhaustif mais propose de stimuler la réflexion en fournissant des fils conducteurs. Il s'agit d'ouvrir de nouvelles façons de penser, d'anticiper, de décider et d'agir grâce à une approche multidisciplinaire. Pour ne pas être soumis à une servitude individuelle et pour éviter la concentration des pouvoirs, il faut relier des connaissances aujourd'hui séparées, compartimentées ou dispersées. La capacité d'apprendre est un facteur déterminant de l'évolution tout en étant conscient que l'ignorance est difficile à identifier. L'accès à de nouvelles connaissances nous amène à changer de point de vue, à ouvrir de nouvelles perspectives.

Ce sommaire parallèle vous propose une autre façon de tisser des liens entre les connaissances, quels que soient votre personnalité et vos centres d'intérêt, et sans doute ainsi de trouver des réponses inattendues aux questions pertinentes que vous vous posez. Le chemin est balisé tout au long de votre lecture avec des renvois à la fin de chaque chapitre (👁️👁️).

Dans le chapitre « Anticipation et prédiction », vous lirez que prédire la survenue d'un événement renforce la nécessité de s'y préparer. Une telle philosophie implique que, quelles que soient les différentes probabilités des situations, et dans un monde où ces situations changent d'une manière plus ou moins prévisible, l'anticipation devienne un impératif et le défaut d'anticipation, assimilable à un défaut de vigilance, une faute, qui n'est pas toujours pardonnée.

Depuis l'aube de son existence, l'un des grands défis de l'Homme est de guérir les maux de l'esprit et du corps. Nous

SOMMAIRE PARALLÈLE...

survivons à des hasards infiniment complexes : rencontres avec les agents infectieux pathogènes, mais aussi les dysfonctionnements de nos cellules, erreurs ou mutations à l'origine des cancers ou du vieillissement. De nouvelles approches de la santé apparaissent.

Dans le chapitre « Changements pour la survie de l'humanité », vous lirez qu'il faut diminuer la taille de nos villes ou créer des villes avec des structures fractales peu denses en harmonie avec la nature. Vous pourrez alors imaginer l'évolution du mode d'habitat en relation avec la nature en poursuivant sur le chapitre « Métamorphose des habitats » et vous découvrirez comment l'architecture végétale bouleverse les valeurs fondamentales classiques dans le chapitre « Vers la ville de la biodiversité ».

Savez-vous qu'il existe un papillon qui ne peut vivre sans l'intervention de l'Homme ? Depuis l'Antiquité, l'Homme a utilisé la soie, fil naturel d'origine animale, pour ses remarquables propriétés textiles. Au milieu du XIX^e siècle, les élevages de vers à soie furent en proie à une grave maladie d'origine microbienne qu'étudia Louis Pasteur. En mettant au point les mesures pour protéger les vers des infections, il prit conscience de l'importance de l'hygiène pour limiter la propagation des épidémies. Ces travaux furent un prélude à de grandes recherches sur les maladies infectieuses et leur prévention dont le lecteur pourra prendre une plus ample connaissance dans le chapitre « Une seule santé ».

Dans le chapitre « Vers une chimie sociétale », vous découvrirez une chimie des matériaux hybrides multifonctionnels, plus performants, adaptatifs, autoréparables, qui se trouve au carrefour de la physique, de la biologie et de la science

SAPIENS : MÉTAMORPHOSE OU EXTINCTION ?

des matériaux, fondée sur une chimie inspirée de la chimie naturelle, permettant de concevoir des matériaux nouveaux et plus performants que les matériaux conventionnels.

Afin de donner une chance de survie à l'humanité, le récit mythologique conte que Prométhée a volé un morceau du feu sacré de Zeus et a enseigné à l'Homme l'art de la métallurgie. Dans le chapitre « La créativité artistique et la survie », vous pourrez voir que l'histoire de l'art montre que très tôt le développement de certaines techniques porteuses d'une dynamique transformationnelle, et donc susceptibles d'encourager la création spontanée, ont favorisé l'apparition de représentations originales et innovantes échappant aux règles et conformismes dominants.

La vie s'est construite par des mécanismes chimiques et se caractérise par la croissance, la dégradation et la multiplication. On ne peut pas comprendre la vie, et plus globalement la nature, sans le langage de la chimie et de la physique auxquels vous accèderez dans le chapitre « Introduction à la notion de cellularité ». Cela est d'autant plus évident que même l'information biologique dépend de la chimie.

Vous lirez dans le chapitre « Petite introduction à la notion du temps » que les micro-organismes ont été les premières formes de vie à se développer sur Terre. S'y intéresser implique donc de s'intéresser à la nature et à l'origine de la vie sur Terre.

Vous pourrez vous réconcilier avec les micro-organismes grâce au chapitre « Une révolution invisible : l'homme microbien ». Savez-vous que depuis des milliers d'années les microbes sont actifs pour transformer nos aliments et produire des denrées qui nous sont très familières ?

SOMMAIRE PARALLÈLE...

Les relations entre l'Homme et les animaux sont constitutives de toute société humaine. Nos sociétés occidentales tentent de repenser aujourd'hui le lien qui nous unit à eux. Dans le chapitre « L'Animal et l'Homme », vous accèderez à l'histoire commune de l'Homme et des animaux qui sont d'autres composants de la biodiversité. Vous comprendrez qu'à tous les niveaux d'organisation des êtres vivants et d'*Homo sapiens* apparaissent hasard et complexité dans un ensemble de relations établies entre les organismes vivants, entre eux et avec leur environnement.

Petits, parfois discrets ou cachés, de la campagne aux jardins jusqu'à nos appartements, vivent à nos côtés une grande variété d'insectes. Vous prendrez la mesure du rôle positif considérable qu'ils jouent sur l'écologie, leur influence sur l'agriculture, la santé humaine et les ressources naturelles dans le chapitre « Les insectes, petits et innombrables ».

Dans le chapitre « Vers une société humaniste ? », nous remarquons qu'un grand nombre d'observateurs s'accordent pour constater qu'au cours des trente dernières années, dans l'ensemble des pays développés, la démocratie représentative a dégénéré en une forme beaucoup plus proche de l'oligarchie pure. Les citoyens demandent une gouvernance plus ouverte, privilégiant les valeurs de transparence à l'égard des citoyens ainsi que la participation et la collaboration avec eux. Par l'indifférence à la vérité et l'abolition de sa valeur normative, les faits devenant affaire d'opinion obèrent la possibilité d'un échange argumentatif. Un déficit de perception de la réalité peut altérer non seulement la conscience des situations mais aussi de soi-même, des autres et du rapport aux autres.

SAPIENS : MÉTAMORPHOSE OU EXTINCTION ?

Dans le chapitre « Le déni du réel, cause de la destruction de la nature ? » est abordée la tentation de l'abandon du réel. Aujourd'hui plus que jamais, les hommes et les femmes ont à propos de la nature des représentations métaphoriques qui ont substitué à la formidable complexité des processus naturels une caricature, ou plutôt de multiples caricatures, qui n'ont que peu de relation avec le « réel » et surtout avec le *vivant*.

Si vous vous interrogez justement sur la production d'un savoir collectif, ne se résumant pas à la somme des avis et connaissances des individus et sur la responsabilité des dispositifs numériques en réseau qui, lorsqu'ils sont conçus comme des « boîtes noires », ne permettent pas de corriger leur tendance entropique naturelle, le chapitre « Prendre soin des réseaux numériques » est pour vous.

Vous lirez ensuite dans le chapitre « Normes, normativité » que la caractéristique des sociétés humaines avancées de se développer selon le moteur extrêmement puissant des sciences et des techniques, en créant de nouveaux objets et donc de nouvelles normes, produit une complexité normative croissante, facteur paradoxal d'insécurité et de flou, mais aussi source d'évolutions et d'améliorations. La situation de complexité croissante ne rend que plus urgente l'étude des procédures de « simplification », mise à l'ordre du jour par les travaux, d'inspiration physiologique.

Notre monde est constitué de systèmes, vivants ou non vivants imbriqués et en interaction : cellule, organisme, espèce, biodiversité, écosystème, cyberspace, société, économie, matériaux, réseaux technologiques... qu'il n'est pas inutile d'identifier avant de tenter de commencer à comprendre la situation actuelle du monde dans lequel nous vivons.

SOMMAIRE PARALLÈLE...

Perplexe, prenant conscience de vous-même, vous vous dirigerez vers le chapitre « L'identité humaine ou l'importance d'être soi-même » dans lequel vous découvrirez qu'être soi-même est l'essence de la liberté de pensée et de toute éthique humaine, c'est le fondement de toute responsabilité, impliquant de savoir qui nous sommes et quel est le sens de notre vie. Préalablement, il faut connaître une étape importante, le développement de l'enfant expliqué dans le chapitre « *Homo developmentalis* ».

L'évolution humaine n'est pas un enchaînement linéaire d'espèces s'avançant glorieusement vers l'homme actuel. Grâce au chapitre « Des Hominines à *Homo sapiens* », vous allez trouver matière à penser vos origines. Savoir d'où nous venons, pour mieux comprendre qui nous sommes. Un défi biologique majeur est expliqué dans le chapitre « Une évolution humaine coûteuse en énergie » : les contraintes extraordinaires qui résultent des besoins en énergie du cerveau humain et sa réponse.

Aucun système, vivant ou non, ne peut être compris sans appréhender la notion d'énergie. Les étapes du développement de l'humanité sont, d'une certaine manière, celles de l'accès à de nouvelles sources d'énergie, pour mieux vivre dans notre « niche écologique ». Avec le développement massif des usages du pétrole, du charbon et du gaz, notamment, mais pas seulement pour produire de l'électricité, est arrivé le développement de pollutions de tous ordres, puis, plus récemment, la prise de conscience des limites de notre planète, la survenue du changement climatique, plus généralement, la fragilisation de notre niche écologique. Alors se pose la question à laquelle répond le chapitre « L'Homme, la nature et l'énergie ». La métamorphose du système électrique se produira-t-elle à temps ?

SAPIENS : MÉTAMORPHOSE OU EXTINCTION ?

L'espèce humaine s'est développée au cours des cinquante derniers millénaires de façon spectaculaire avec une remarquable capacité à gérer la complexité générée par cette progression grâce à ses sociocultures. Les sociocultures apparaissent comme des processus systémiques extrêmement complexes qui émergent d'enchaînements entre une grande diversité de variables qui sont décrits dans « *Homo sapiens* : un animal socioculturel inventif, mais pas toujours clairvoyant ».

En lisant le chapitre « Bioéconomie circulaire et biologie de synthèse », nous comprenons que les seules solutions viables d'avenir à notre statut d'occupants invasifs de la planète Terre résident dans plus d'efficacité, de technicité, d'innovation, de solidarité et d'éducation. La bioéconomie répond de façon durable non seulement aux besoins alimentaires, mais aussi fournit médicaments, compléments alimentaires, saveurs, parfums, teintures, matériaux, énergie et répond à une partie des besoins en matériaux et en énergie de la société sans oublier des services écosystémiques. La biologie de synthèse est la forme la plus avancée des technologies du vivant (ou « biotechnologies »), qui sous-tendent cette bioéconomie.

Aux temps de véritables crises, il faut garder les yeux ouverts, être en état d'alerte, et faire ou dire quelque chose d'utile. Mais quoi : pour ou contre quoi ? Cette question motive le chapitre « Science, technologie et conquête de bonheur ». Il s'agit d'une modeste tentative de pointer quelques conflits et déficits stratégiques sociétaux qui apparaissent comme les haies à la « conquête du bonheur » et comme des goulots à une société civilisée. En se fondant sur la science de l'évolution, il essaie de diagnostiquer certains problèmes sociétaux et de proposer quelques projets pour une politique expérimentale.

SOMMAIRE PARALLÈLE...

Vous posant des questions sur la profondeur du présent, accédez au chapitre « À la découverte du Temps profond ». La cosmologie devient une science historique. L'histoire humaine commence avec celle de la vie (3,5 milliards d'années). Long, moyen et court termes : les « pas du temps » pour la vie et pour l'Homme ; tous sont utiles et pertinents et à découvrir dans le chapitre correspondant.

Aujourd'hui, nous entendons parler de la dégradation, voire de la disparition de la biodiversité. Est-ce une première au cours de l'histoire de la Terre ? La réponse est non ! En effet, il y a déjà eu cinq grandes extinctions au fil des périodes géologiques précédentes. La plus connue, avec la disparition des dinosaures et près de 80 % des espèces, se situe à la limite crétacé-tertiaire et est datée de -65 millions d'années. Dans quelle mesure les événements de l'époque actuelle sont-ils comparables ou commensurables aux extinctions du passé ? C'est à découvrir dans le chapitre « La sixième extinction ».

Lamartine dans ses *Méditations poétiques* nous dit : « Ils remplissent le ciel de musique et de joie. » Le vol est l'une des innovations évolutives qui a permis d'augmenter la biodiversité totale. Alain Berthoz a démontré que si certains dinosaures, les oiseaux, ont pu prendre leur envol, ce n'était pas seulement parce qu'ils avaient acquis des plumes et des ailes mais bien parce qu'un système vestibulaire performant avait également été développé au cours de leur évolution.

Les grandes lois de la thermodynamique nous prédisent irrémédiablement une évolution de nos sociétés et de l'humanité vers une issue particulièrement pessimiste, l'état thermodynamique le plus stable correspondant à la disparition de l'humanité. Dans le chapitre « Changements pour la survie

SAPIENS : MÉTAMORPHOSE OU EXTINCTION ?

de l'humanité », une réflexion est apportée pour permettre une meilleure vie à l'ensemble de l'humanité. La survie de l'humanité dans des conditions acceptables pour le plus grand nombre des humains doit être la vraie cible à atteindre.

Outre les dangers du vivant, vous entendez que l'intelligence artificielle (IA) est un domaine en perpétuelle évolution, recouvrant de nombreux sous-domaines généralement indépendants les uns des autres et parfois en opposition frontale. Qu'en est-il ? Pour ne pas être affecté par les mythes et les fantômes, vous appréhendez la réalité dans le chapitre « Étendre nos capacités de perception et d'action avec des robots ». Historiquement, chaque génération a eu des inquiétudes entourant l'arrivée de nouvelles formes de technologie. Suivre le changement technologique est souvent difficile jusqu'au moment où nous le comprenons et soyons capables d'envisager d'exploiter la technologie plutôt que d'en être dépendant.

Allons-nous dans un mur ? Une réponse « *Quo vadis Homo ?* », de l'homme conforté à l'homme augmenté. De quoi vous forger votre propre vision.

Le premier fil de l'ouvrage démarre en page 279.

PARTIE 1
D'OÙ VENONS-
NOUS?



Pierre-Louis Lions
Dans la tête d'un mathématicien

Dans ce récit plein d'humour, l'un des plus grands mathématiciens français raconte sa jeunesse entre maths et rock'n'roll. Médaillé Fields, l'équivalent du prix Nobel, Pierre-Louis Lions, qui a dirigé la thèse de Cédric Villani, nous ouvre les portes du monde très à part des « matheux », leurs problèmes réputés insolubles, la place du hasard et de la beauté dans leur recherche, tout en démontant quelques mythes comme la « bosse des maths » ou la figure du génie solitaire.

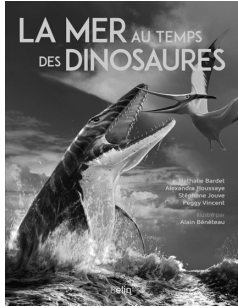
Convaincu que les choix des citoyens doivent être éclairés par la connaissance, il révèle le rôle que peuvent jouer les mathématiciens dans différents enjeux de société, tels que le dérèglement climatique, l'éducation, ou encore les pandémies, pour en finir avec l'utilisation absurde de concepts mathématiques.

Tout ce qu'un grand mathématicien peut nous apprendre.

Pierre-Louis Lions est professeur au Collège de France, Médaille Fields 1994 et membre de l'Académie des sciences.

Belin:

À retrouver sur : www.belin-editeur.com



Nathalie Bardet, Alexandra Houssaye,
Stéphane Jouve et Peggy Vincent
La mer au temps des dinosaures
Illustré par Alain Bénétéau

Remontez le temps jusqu'à l'ère secondaire (– 252 à – 66 millions d'années) et plongez dans un monde aquatique où de spectaculaires reptiles incluant des prédateurs géants n'ont rien à envier à leurs contemporains terrestres, les dinosaures!

Ce livre vous fait découvrir l'univers de ces fascinants animaux, retournés à l'eau quelques millions d'années après que les premiers vertébrés en sont sortis, et leurs étonnantes modifications tant anatomiques que physiologiques et comportementales.

Un voyage étourdissant, 20 000 lieues sous les mers et durant 180 millions d'années, à la rencontre des ichthyosaures, plésiosaures, mosasaures et bien d'autres! Si aujourd'hui ne subsistent que quelques tortues et serpents marins, ce livre richement illustré vous permet de découvrir le passé glorieux des reptiles marins et leur extraordinaire diversité.

Nathalie Bardet est paléontologue et directrice de recherche CNRS au Muséum national d'Histoire naturelle. Elle est spécialiste des reptiles marins de l'ère secondaire.

Alexandra Houssaye est directrice de recherche CNRS au Muséum national d'Histoire naturelle. Elle est paléontologue, spécialisée en morphologie fonctionnelle.

Stéphane Jouve est paléontologue, responsable des collections «géosciences» de Sorbonne Université. Il s'intéresse à l'évolution des crocodiles lors des grandes crises biologiques du passé.

Peggy Vincent est paléontologue et chargée de recherche CNRS au Muséum national d'Histoire naturelle. Elle s'intéresse à la paléoécologie et à la paléobiologie des reptiles marins de l'ère secondaire.

Alain Bénétéau est illustrateur spécialisé en paléontologie et peintre naturaliste. Il collabore avec de nombreux scientifiques et ses œuvres sont publiées et exposées tant en France qu'à l'étranger.