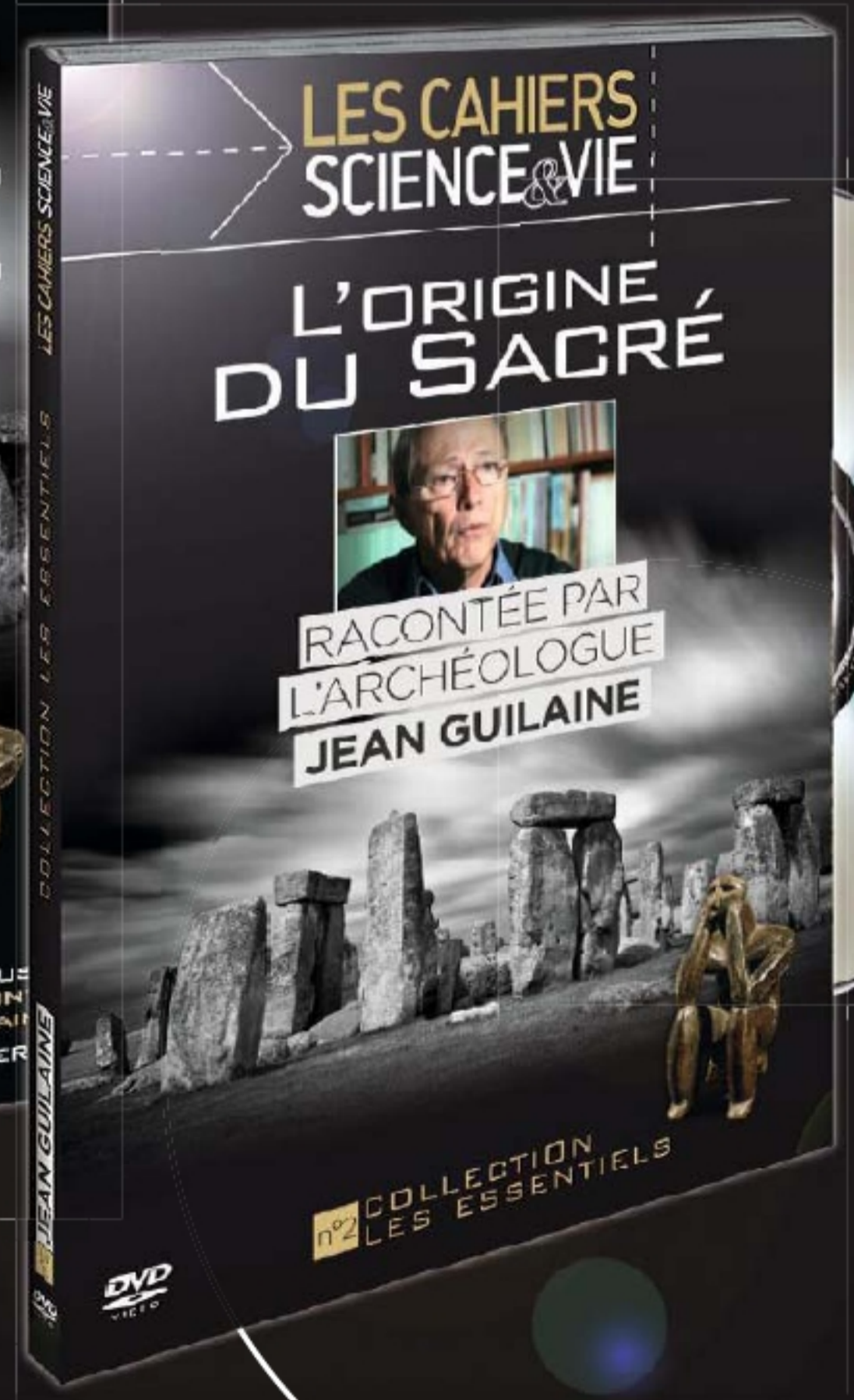




# Offre spéciale

LE HORS-SÉRIE  
NUMÉRO DOUBLE  
+ L'ENTRETIEN EXCLUSIF  
AVEC **JEAN  
GUILAINE** EN DVD

Visuels non contractuels - Le magazine et le DVD sont également disponibles à la vente séparément. © 2012 Mondadori France.



En vente dès le 23 novembre

Aux racines  
du monde

## GRÈCE JUILLET 2012

Des cendres là où se dressaient pins parasols, buis, rhododendrons... Plusieurs villages ont dû être évacués dans les environs de Patras, en Grèce, devant la progression d'un violent incendie ravivant le souvenir des brasiers qui dévoraient les forêts de la péninsule cinq ans plus tôt. Quelques jours plus tard, les vents poussant les flammes aux marges de la capitale ont fait craindre le pire aux Athéniens.

# Comme un avant-goût...

*Incendies, séismes, tempêtes... Là où il y avait des forêts, des villes, des hommes... voici qu'il ne reste soudain plus rien. Comme autant de "fins du monde" donnant un aperçu de ce que serait la fin du monde. Images.*



## PHILIPPINES JUIN 1991

Après cinq siècles de sommeil, sur l'île de Luçon, le Pinatubo est entré en éruption, l'une des plus importantes du XX<sup>e</sup> siècle. Des mois durant, son cratère éjecte près de 10 km<sup>3</sup> de matière, recouvrant de cendre des centaines de kilomètres. Une partie de cette cendre occultera partiellement les rayons du soleil, refroidissant le climat mondial de quelques dixièmes de degré durant près de deux ans.






## HAÏTI JANVIER 2010

Des maisons renversées, détruites, des rues défoncées. Le dernier séisme qu'a connu Haïti a été dévastateur, faisant 20 000 victimes. Les Haïtiens se souviendront des camions charriant les corps jusqu'aux charniers établis face à l'urgence. A Port-au-Prince, quelque 4 000 édifices ont été détruits. Certaines villes, telle Léogâne, la plus touchée par le séisme, ont été presque entièrement dévastées.



BENOIT AQUIN / POLARIS



## **HONGRIE** **OCTOBRE 2010**

Un sol qui prend des allures de fantastique saignée. Des tonnes de poissons morts dans les rivières. Ce sont 40 km<sup>2</sup> qui disparaissent sous une vague géante de boue contenant soude, métaux lourds et oxyde de fer, échappée après l'accident intervenu sur le site d'une usine d'aluminium. La boue déversée, hautement corrosive, fait 9 morts, essentiellement par brûlures.





BELA SZANDELSZKY / AP / SIPA



**ILE DE JAVA  
DISTRICT DE SIDOARJO  
MAI 2006**

Sur des centaines d'hectares, l'éruption a laissé une épaisse couche de boue d'un gris profond recouvrant champs, maisons, infrastructures... Le volcan va déverser 150 000 m<sup>3</sup> de boue par jour et ce pendant des mois. Un rapport d'expert établira deux ans plus tard l'origine humaine de l'éruption : un forage gazier aurait fracturé la roche libérant ce flot dévastateur.



SIGIT PAMUNGKAS / REUTERS



## TEXAS SEPTEMBRE 2008

Des toits arrachés, des véhicules soulevés et traînés sur des centaines de mètres, des maisons littéralement broyées par les rafales, et des débris filant dans les rues, portés par les pluies diluviennes... Tel est le paysage de désolation qu'a laissé derrière lui l'ouragan Ike, aux États-Unis et notamment dans l'Etat du Texas, trois ans après que Katrina a dévasté la Louisiane.

# SOMMAIRE

14	21 décembre 2012	74	<i>Des hommes et des techniques</i> <b>Face à la fin du monde</b>
18	La fin de... la prédiction maya	76	Ceux qui... veulent se réfugier dans un bunker
20	Prophéties	80	Ceux qui... en font des cauchemars
28	Tant d'apocalypses ratées	82	Ceux qui... se préparent au pire
36	Extinctions massives	88	Ceux qui... veulent fuir la Terre
	Des mondes ont déjà disparu	94	Ceux qui... veulent rendre l'homme invulnérable
	Planète Terre	98	Ceux qui... pensent que le monde n'existe pas
	Un jour c'est sûr...	102	Quand la fin du monde fait son cinéma
	<i>Les scénarios des scientifiques</i> <b>Quelle fin du monde ?</b>	106	La fin du monde... et après ? Journal d'un survivant
38	La chute d'un astéroïde géant	114	Sondage exclusif Les Français et la fin du monde
42	La pandémie mondiale		
46	La grande panne informatique		
50	La catastrophe climatique		
54	La guerre nucléaire		
58	L'épuisement total des ressources		
62	L'invasion extraterrestre		
66	La pollution généralisée		
70	L'éruption d'un supervolcan		

**SCIENCE & VIE**

MONDADORI FRANCE

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION  
Matthieu VilliersRÉDACTEUR EN CHEF DÉLÉGUÉ  
François LassagneRÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT  
Grégoire BouillierDIRECTRICE ARTISTIQUE  
Yvonne DiraisonSERVICE PHOTO-INFOGRAPHIE  
Raphaëlle Brui-Boccaccio,  
Frédérique Deschamps  
Miko Kontente (infographie)MAQUETTISTE  
Audrey RebmannSECRÉTAIRE GÉNÉRAL  
DE LA RÉDACTIONJean-Luc Glock  
SECRÉTAIRES DE RÉDACTION  
Clara Baudel, Valérie Lépine,  
Anne RieraDIRECTION-ÉDITION  
DIRECTION PÔLECarole Fagot  
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ  
Vincent Cousin

PHOTOGRAVURE

Key Graphic, 4 allée Verte,  
75011 Paris

IMPRIMERIE

Mondadori Printing S.p.a.,  
Via Bianca di Savoia n°12,  
Milano (Italie). Pour la  
couverture: Imae Graphic/Etic  
ISSN: SV 0036-8369.  
N° de commission paritaire :  
1015 K 79977  
Dépôt légal : novembre 2012  
Couverture : Fotolia

## ÉDITO

Nous en prenons le pari (sans grand risque, il est vrai) : n'en déplaise à la fameuse prophétie maya qui agite les esprits depuis quelques années, nous verrons le Soleil se lever au lendemain du 21 décembre 2012. Car historiens, physiciens et astronomes sont formels : le monde ne disparaîtra pas ce jour-là. Comme n'eurent pas lieu, avant celle-là, tant d'apocalypses annoncées. Pour autant, la fin du monde n'est pas qu'un "buzz". Parce que l'histoire de la Terre en témoigne : bien des mondes ont déjà disparu – ce ne sont pas les dinosaures qui diront le contraire. Et parce que le destin de notre planète, mais aussi du Soleil, de notre galaxie et de l'Univers tout entier est écrit : un jour, c'est sûr, tout disparaîtra.

Mais aussi, parce qu'entre le plus lointain passé et le plus lointain avenir, un astéroïde géant peut à tout moment s'écraser sur la Terre, une pandémie mondiale se déclarer, une guerre nucléaire être déclenchée... Au vrai, les scientifiques ont

identifié neuf scénarios de "fin du monde" pouvant survenir du jour au lendemain – et même le 21 décembre 2012... Et ils ont estimé leur "plausibilité". D'où il ressort que si l'un d'entre eux se réalise, l'humanité tout entière connaîtra alors ce sentiment de désolation qui étreint à la vue d'un paysage calciné par les flammes ou des décombres d'une ville après un séisme... De quoi songer à se mettre à l'abri dans un bunker ou rêver de chercher refuge sur une autre planète ? Certains y songent. Certains se préparent au pire – et nous les avons rencontrés. Mais une chose est sûre : imaginer la fin du monde, c'est oser penser le présent en regardant vers l'avenir. C'est se rappeler que malgré notre indéniable pouvoir technologique, nous sommes une espèce fragile. C'est, enfin et surtout, envisager les mille destins qui s'ouvrent à l'humanité. Car la fin du monde pourrait bien être un début. Le début d'un intérêt renouvelé pour le futur.

**F. L. (et aussi sur Twitter @findumondesetv)**

QUELLE FIN DU MONDE ?



**21 DÉCEMBRE 2012**

# LA FIN... DE LA PREDICTION MAYA

PHILIPPE TESTARD-VAILLANT



◀ Au Mexique, la prophétie maya a pris la forme du programme "Mundo maya", visant à attirer 52 millions de touristes en 2012 pour... célébrer la fin du monde (ici, le site d'Edzná).

▼ Sur les sites de leurs ancêtres, comme ici Kaminajuyú, au Guatemala, les Mayas célèbrent les étapes qui les mèneront à la fin du cycle de 5125 ans de leur calendrier. A gauche, un calendrier retrouvé à Palenque, au Mexique.



La rumeur court depuis plusieurs années : selon un calendrier maya, l'apocalypse est pour le 21 décembre 2012. Or, certains ont calculé que d'épouvantables phénomènes astronomiques se conjugueront ce jour-là. Bonne nouvelle : il s'agit là d'un pur délire dénué de fondement scientifique. Ouf.

**L**a nouvelle aura circulé toute l'année, ne cessant d'enfler et de faire frissonner. Pour en prendre la mesure, il suffit de taper "21 décembre 2012" dans Google pour obtenir plus de 6 millions d'occurrences ! Et qu'y apprend-on ? Rien moins que la fin du monde adviendra le 21 décembre 2012. Parce qu'à cette date, une planète va débouler dans le système solaire et y semer un chaos qui détruira la Terre. Ou que de gigantesques éruptions solaires vont déclencher force séismes et éruptions volcaniques. A moins qu'un alignement parfait de Mars, Vénus, Jupiter et

consorts n'engendre une *furia* de forces d'attraction fatales à notre planète...

Tout semble conspirer à faire du 21 décembre 2012 le dernier jour de l'humanité, comme le prédit le calendrier maya. Car telle est la source lointaine et exotique qui irrigue sans retenue l'hypothèse d'une apocalypse survenant avant Noël 2012, depuis qu'en 1975, l'Américain Frank Waters, expert autoprodé de la culture maya, fait référence dans son livre *Mexico mystique* à une prophétie apocalyptique. Une interprétation fantaisiste des écrits mayas qui inspirera d'autres "spécialistes", dont José Argüelles, américain encore, qui relie, en 1987, la mythologie maya au mouvement New Age avec son livre *Le Facteur maya, la voie par-delà la technologie*. Culture maya, cataclysmes planétaires, mysticisme, extraterrestres... Tout se fonde au fil d'interprétations toujours plus "souples". Voici trois ans, le film catastrophe 2012 de Roland Emmerich a

ainsi fait son miel de ce que "les Mayas avaient prévu" : notre planète dévastée par une série de cataclysmes, une spectaculaire fin du monde qui ferait sourire si le film ne tentait de justifier scientifiquement la supposée prédiction maya : c'est une activité hors norme du Soleil qui déclencherait l'apocalypse.

Scientifiquement ? Arrivé à ce stade, il est temps que la raison reprenne ses droits. Car disons-le tout net, la planète ne sera pas rayée de la carte à la fin de l'année 2012. Il suffit, pour commencer, d'examiner la fameuse prédiction maya : elle n'a, en réalité, aucune consistance. Certes, les Mayas, comme d'autres peuples anciens, étaient ravis à une conception cyclique du temps. Et 2012 correspond dans leur calendrier à la fin d'un cycle commencé le 4 Ahau 8 Cumku (11 août 3113 av. J.-C.). "Ce cycle devait durer 1 872 000 jours (5125 ans) et s'achever le 4 Ahau 3 Kankin (21 décembre 2012), →

AISA / LEEMAGE - MANUEL COHEN / EPICUREANS PHOTOGRAPHERS - JORGE DAN LOPEZ / REUTERS



**LES MAYAS N'ONT JAMAIS PRÉDIT LA FIN DU MONDE**

Certains des calendriers mayas permettent de dater des événements il y a plus de 5 000 ans. On y trouve des dates postérieures à 2012 (ci-contre, la stèle de Tortuguero, la seule à faire mention du 21 décembre 2012). Mais certains écrits mayas (ci-dessous, le Popol-Wuh) tardifs, riches en légendes, contribuent au mythe.



→ explique Jean-Michel Hoppan, du Centre d'études des langues indigènes d'Amérique (Celia). Cette date n'apparaît que dans une seule et incomplète inscription maya datant de la seconde moitié du VI<sup>e</sup> siècle, sur le monument 6 du site archéologique de Tortuguero, dans l'Etat de Tabasco, au Mexique. Le long texte de cette stèle s'achève par une référence à la date du '4 Ahau 3 Kankin', mais juste pour signaler 'qu'interviendra alors une divinité appelée Bolonyocte'. Rien d'autre. La fin d'un cycle, dans l'esprit des Mayas, ne signifiait nullement la fin DU monde, mais la fin D'UN monde, le début d'une nouvelle ère dédiée, comme les précédentes, à des entités mythiques. Cela leur permettait en quelque sorte de remettre les compteurs temporels à zéro."

Que penser de la thèse de 2012 selon laquelle la Terre sera victime de séismes liés à des éruptions solaires géantes? Les scénaristes avaient dû entendre parler du congrès annuel de l'Union géophysique américaine qui s'est tenu en 2006 à San Francisco. "Les articles scientifiques parus peu après prédisaient que le prochain cycle solaire serait d'une intensité exceptionnelle, qu'il débiterait dès 2009 et culminerait en 2012", commente Fabrice Mottez, du Laboratoire univers et théories (Luth) de l'observatoire Paris-Meudon, coauteur d'un essai captivant sur les pseudo-prophéties à la mode (1).

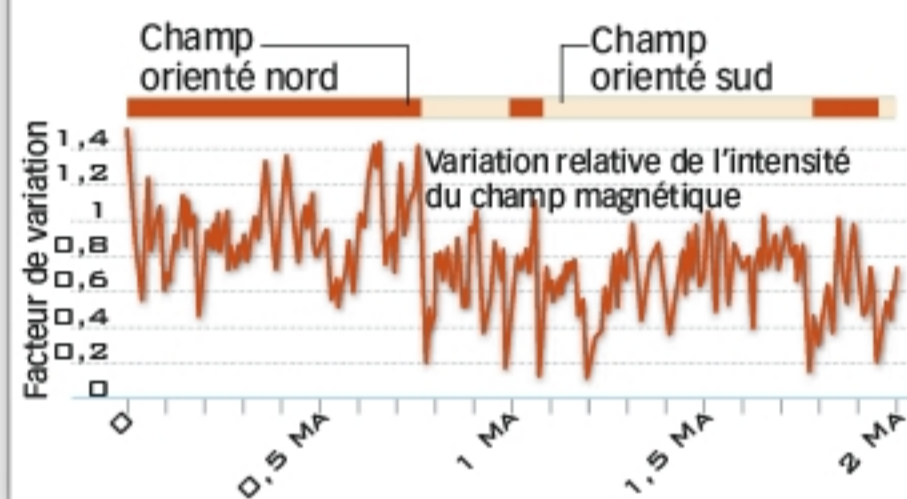
Sauf que depuis 2007, le Soleil est d'un calme jamais vu en un siècle et que les

experts ne se risquent plus à aucun pronostic. A supposer que l'activité solaire s'emballe en 2012, que se passera-t-il? Le rapport publié début 2009 par l'Académie des sciences nord-américaine sur les conséquences possibles d'une éruption solaire massive "ne fait état d'aucune relation de cause à effet entre ce phénomène et l'activité sismique de la Terre", commente le même expert. Au pire, "un violent orage magnétique pourrait endommager la plupart des transformateurs des réseaux électriques mondiaux et priver pendant quelques semaines d'électricité une partie de l'humanité. De là à parler de la fin du monde..."

**Aucune menace n'est crédible**

Pas de trace de 2012, ni d'apocalypse liée au Soleil, donc. Mais, à en croire un certain Zacharie Sitchin et moult sites Internet propageant les écrits de cet historien de formation né en Russie en 1922, Nibiru, une planète mentionnée dans l'Enuma Elish, le récit mésopotamien de la Création, frapperait à la porte du système solaire tous les 3 600 ans. Et s'apprêterait à nous rendre visite en 2012, semant terreur et désolation. Là encore, le verdict est sans appel: "Il se peut que les confins du système solaire hébergent des corps célestes situés très au-delà de l'orbite de Neptune, commente Fabrice Mottez.

**L'inversion du champ magnétique terrestre est un phénomène rare**



**L'INVERSION DES PÔLES N'EST NI POUR DEMAIN NI UNE MENACE**

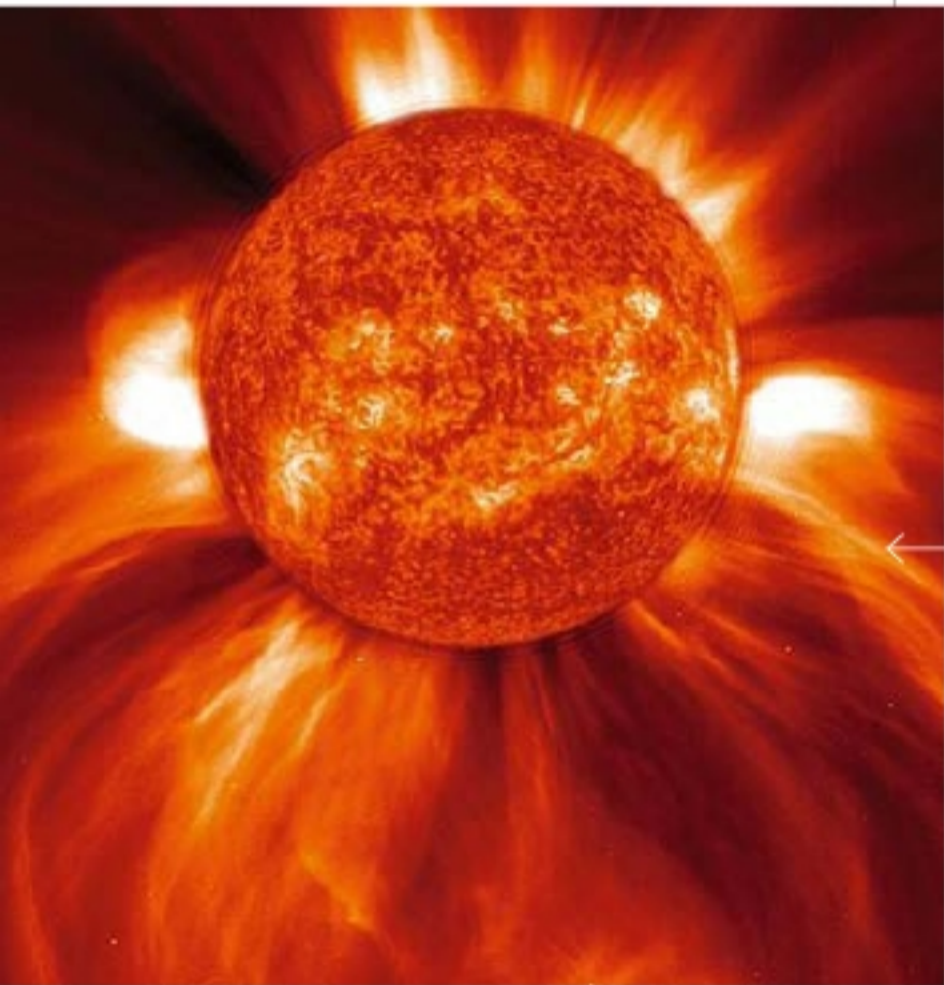
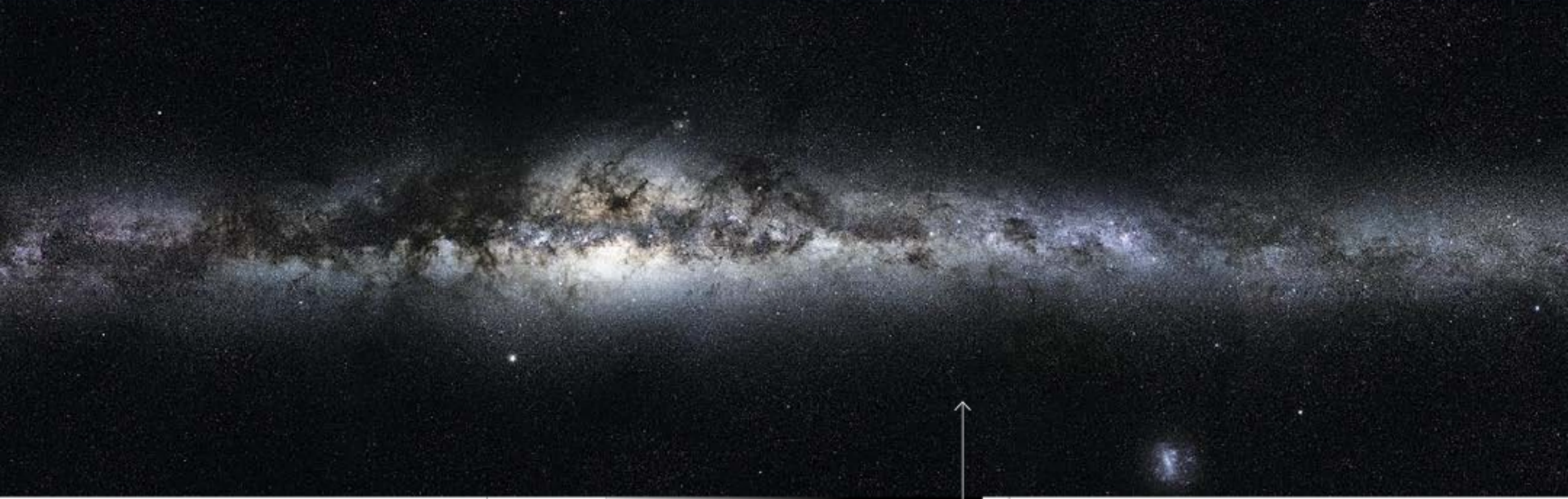
Sur les deux derniers millions d'années (ci-dessus), la Terre a enregistré cinq inversions des pôles... sans que la vie disparaisse pour autant! Qui plus est, ces inversions sont imprévisibles et elles s'étalent, au minimum, sur des centaines de milliers d'années.

Mais si l'un d'eux, comme la prétendue Nibiru, s'aventurerait dans les parages du Soleil tous les trois millénaires et demi, les orbites des planètes géantes gazeuses (Jupiter, Saturne...) conserveraient la trace de telles rencontres sous la forme de perturbations de leurs paramètres, inexplicables autrement. Or, rien de tel n'a jamais été constaté."

Trois autres terribles menaces sont également souvent brandies, pour l'année 2012, par nombre d'"experts" autopromus. A commencer par celle liée à un alignement de toutes les planètes du système solaire, fin décembre: dès lors, les forces d'attraction de ces planètes se conjugueraient pour "écarteler" la Terre, y déclenchant de virulents séismes et éruptions volcaniques. Mais voilà: les calculs astronomiques montrent que le 21 décembre, seules Mercure et Vénus seront alignées avec le Soleil. Et quand

HECTOR MONTANO / INAH, MEXICO THE OHIO STATE UNIVERSITY - M. KONTENTE





### LA TERRE N'A RIEN À CRAINDRE DE LA VOIE LACTÉE

La Terre, en parcourant son orbite, accompagne la rotation du Soleil autour du centre de notre galaxie. Ce faisant, elle est dans l'alignement du plan galactique... tous les ans ! Sans que cela ait de conséquences néfastes, hier, aujourd'hui, ou en 2012.

### LE SOLEIL NE VA PAS NOUS ANÉANTIR

Le Soleil passe par des phases d'activité plus ou moins intense. Depuis 2007, il connaît une période de calme et ne menace nullement la vie sur Terre. Et quand bien même il retrouverait son activité maximale fin 2012, les pics enregistrés dans le passé montrent que cela n'a pas d'effet sur le vivant.

bien même, "de tels alignements se produisent à intervalles très réguliers et sont absolument sans danger, sachant que l'effet de la gravité diminue avec le carré de la distance", dit Fabrice Mottez.

Quid, maintenant, de l'alignement du Soleil et de la Terre avec le centre de notre galaxie, censé se produire le 21 décembre prochain, pour la première fois depuis 26 000 ans, avec catastrophes à la clé ? "Cet alignement a lieu non pas tous les 26 000 ans, mais tous les ans, et à des dates variables, rectifie Fabrice Mottez. Si cela constituait un risque, on le saurait." Quant à craindre que la Terre se retrouve au centre de la Voie lactée et soit engloutie par l'énorme trou noir qui s'y tapit, l'astrophysicien balaie l'idée d'un coup de calculatrice : "Nous ne sommes qu'à 8 minutes-lumière du Soleil et à 26 000 années-lumière du centre de la Galaxie. Le mouvement du système solaire dans la Galaxie est connu, et ne correspond en rien à une chute vers son centre. C'est irréaliste !"

Reste une ultime menace : l'inversion du champ magnétique terrestre – sous l'effet de changements brutaux et inexplicables survenant au cœur du noyau de la planète –, qui nous priverait de son effet protecteur, déviant les flux de particules nocives que le Soleil projette en permanence. Que la position des pôles magnétiques puisse permuter, et le pôle Nord magnétique se retrouver, par exemple, au niveau de l'Antarctique, comme c'était le cas il y a 780 000 ans, les scientifiques en sont convaincus. La Terre, au cours de son histoire, a perdu régulièrement le nord. Mais nul ne peut prédire la prochaine inversion car le phénomène n'a pas de rythme propre. "Sur les 330 derniers millions d'années, le champ magnétique de notre planète s'est inversé plus de 400 fois. Que l'on sache, la vie sur notre planète n'a pas connu 400 crises biologiques !", tranche Fabrice Mottez. De quoi être rassuré pour de très longues années...

(1) 2012, scénarios pour une fin du monde, par Didier Jamet et Fabrice Mottez, Belin, 2009.

## Astronomie et calendriers mayas

L'aire de la civilisation maya englobe, à des époques diverses, le sud du Mexique (tout ou partie des États de Tabasco, du Chiapas, du Quintana Roo, de Campeche et la presqu'île du Yucatán), le Guatemala, le Belize actuel, et les régions occidentales du Honduras et du Salvador. Les Mayas connaissent leur apogée entre 400 et 900, un âge d'or caractérisé par l'expansion de puissantes cités-États : Palenque, Tikal... Au XVI<sup>e</sup> siècle, les Espagnols entament la conquête du pays maya. Le dernier village maya indépendant tombe en 1697. Grands bâtisseurs, les Mayas ont édifié temples, pyramides et palais, tous couverts de peintures et de "glyphes", dont le déchiffrement a montré la connaissance qu'avait ce peuple du ciel (mouvement des planètes, de la Lune, éclipses, etc.) et l'importance des calendriers pour cette civilisation : ils en utilisaient plusieurs, complémentaires.

## Prophéties

# TANT D'APOCAL



► Le Triomphe de la mort, de Bruegel, 1562.

Depuis 1500 ans, pas une décennie ne s'est écoulée sans que soit prophétisée la fin du monde, la disparition de l'homme ou l'avènement d'un ordre nouveau. "La fin du monde est d'abord une tentative d'explication du monde, analyse l'historien Luc Mary, auteur du livre *Le Mythe de la fin du monde* (2009). Ce mythe, très lié aux religions monothéistes, a d'abord été une sanction divine, puis, au XX<sup>e</sup> siècle, il devient une peur de l'homme vis-à-vis de lui-même." Les hommes n'ont pas fini de s'inventer de grandes inquiétudes, et celles-ci ne sont même pas effacées par le démenti apporté par les faits. Elles en sortent même parfois renforcées. Comme le rappelle Georges Fenech, ex-président de la Miviludes (Mission interministérielle de lutte contre les sectes) dans *Apocalypse, menace imminente* (2012), citant le psychiatre Jean-Marie Abgrall : "Un phénomène des plus surprenants, dans la mécanique des sectes apocalyptiques, est le maintien de l'adhésion des adeptes, voire une accélération du recrutement, après un constat d'échec de la prophétie." De la fin de l'Empire romain jusqu'au 21 décembre 2012, Luc Mary a recensé 250 rendez-vous manqués avec l'apocalypse. Le journaliste britannique Eric Chaline (*Les pires prédictions de l'histoire et ceux qui les ont faites*, 2012) s'est livré à un exercice similaire. Voici un aperçu des plus célèbres prophéties non advenues croisées dans ces deux sélections.

**365** Hilaire, évêque de Poitiers, prédit le retour de l'Antéchrist et la fin du monde pour cette année. Cette méprise ne l'empêchera pas d'être sanctifié au XIX<sup>e</sup> siècle.

**20 février 1524** Un alignement des planètes et du Soleil devait, selon l'astrologue allemand Johannes Stöffler, causer un second déluge qui détruirait la Terre. En prévision, un noble allemand construit même sa propre arche de Noé. Ce fameux jour a finalement été étonnamment... sec.

**Entre le 21 mars 1843 et le 21 mars 1844** Le leader d'un mouvement religieux millénariste, William Miller, avait calculé, en 1818, la fin du monde et le retour du Christ pour cette période, avant de les reprogrammer plus tard dans l'année. Déçus, ses fidèles ont par la suite créé le mouvement chrétien adventiste.

**18 mai 1910** L'astronome français Camille Flammarion prévoyait que la comète de Halley, dont la queue devait être remplie de gaz toxiques, frôlerait la Terre et y détruirait la vie. Sa prévision provoqua la panique ainsi qu'une trentaine de suicides à Paris. Au final, la comète, s'est avérée à peine visible à l'œil nu.

**1914** (et 1915, 1918, 1920, 1925, 1941, 1975, 1994) En 1889, le père des Témoins de Jéhovah Charles Taze Russell calcula la fin des temps, d'abord pour 1914... A sa mort, en 1916, ses successeurs prirent le relais, mais ils cessèrent d'assumer ces prédictions après l'échec de celle de 1975.

**17 décembre 1919** La Terre et le Soleil devaient être détruits par un courant magnétique engendré par l'alignement de six planètes, selon le météorologue américain Albert Porta...

# YPSES RATÉES

**19 février 1979** A la fin des années 1970, le gourou canadien Roch "Moïse" Thériault annonce l'apocalypse et l'avènement d'un monde nouveau. Pour se justifier par la suite, il a expliqué à ses fidèles que Dieu avait beau lui avoir indiqué cette date, rien n'était certain. Condamné à la prison à vie pour le meurtre d'une femme de sa secte, Roch a été retrouvé assassiné dans sa cellule en 2011.

**Avant le 1<sup>er</sup> janvier 1980** L'apocalypse et le renouveau ont aussi été annoncés par le Français Georges Roux, fondateur de l'Eglise chrétienne universelle et auto-proclamé "réincarnation du Christ" depuis 1947. La secte est toujours active depuis la mort de Roux en 1981.

**1988** Plusieurs essayistes religieux – dont l'évangéliste américain Hal Lindsey et l'ingénieur de la Nasa Edgard C. Whisenant – ont expliqué, dans des livres parus respectivement en 1970 et 1988, que les "vrais croyants" seraient emmenés loin de la Terre par un commando d'anges, avant la destruction de celle-ci. La date coïncidait avec les 40 ans de la création d'Israël, alors qu'une prophétie annonçait le retour du Christ une génération (soit 40 ans dans la Bible) après la reconstruction du temple de Jérusalem.

**17 décembre 1996** Pas moins de 15 millions de vaisseaux extraterrestres devaient attaquer la Terre et la détruire à coup de laser, selon l'Américain Sheldan Nidle, "contact de la Fédération galactique sur Terre". L'attaque n'aurait pas eu lieu grâce à des anges, des "alliés sacrés" ayant envoyé la Terre dans une énorme "projection holographique". Des négociations avec les aliens seraient toujours en cours, d'après Sheldan Nidle...

**1999** Le linguiste américain Charles Berlitz affirma en 1981 que la fin aurait lieu cette année-là, sans plus de détails. Le parapsychologue "Amazing Criswell", disparu 17 ans plus tôt, prévoyait, dans un livre publié en 1968, une vague de cannibalisme et la fin du monde pour le 18 août 1999. Le fondateur du mouvement spirituel de la kabbale, Philip Berg, s'attendait quant à lui à ce qu'une "grosse boule de feu" détruise la Terre le 11 septembre...

**2000** Pour le 1<sup>er</sup> janvier, le survivaliste américain William Cooper prédit la destruction du monde par Satan. Entre avril et fin 2000, la secte des Amis de la croix glorieuse de Dozulé s'attendait à une apocalypse nucléaire, quand l'auteur Richard Noone assurait que la conjonction du Soleil, de la Lune et de six planètes causerait des cataclysmes planétaires.

**Entre le 30 octobre et le 29 novembre 2003** Le leader de la secte Aum Shinrikyo – responsable des attaques au gaz sarin dans le métro de Tokyo en 1995 – avait annoncé une guerre atomique totale qui détruirait tous les humains.

**2006** Des adeptes des groupes sectaires Garum et Khnoum ont creusé un refuge en Bretagne en prévision de l'effondrement de l'Univers (big crunch, l'inverse du big bang) attendu cette année-là.

**10 septembre 2008** Le jour de l'inauguration du LHC – l'accélérateur de particules du Cern, situé sous la frontière franco-suisse – le physicien américain Walter Wagner et le cosmologiste espagnol Luis Sancho craignaient qu'il ne génère un mini-trou noir pouvant engloutir la Terre. Ils ont même déposé un recours aux travaux du Cern devant un tribunal de Hawaï...

## Ces prévisions qui courent encore

**10 avril 2014** Se basant sur de supposées prédictions de Nostradamus, la secte de la kabbale prédit qu'un "événement important" aura lieu, marquant le début du règne des forces du Mal. La fin du monde, au sens strict, est prévue pour l'année 5994.

**Entre 2020 et 2037** D'après la célèbre astrologue américaine Jeane L. Dixon, disparue en 1997, l'Armageddon devrait se situer entre ces deux années.

**2060** Le mathématicien et physicien Isaac Newton, mort en 1727, est moins connu pour son mysticisme. D'après sa propre interprétation de la Bible et du Livre de Daniel (Ancien Testament), la fin du monde aura lieu en 2060.

**2280** A en croire les déductions mathématiques tirées du Coran par le biochimiste américano-égyptien Rashad Khalifa, le monde prendra fin dans deux cent soixante-huit ans.

GABRIEL SIMÉON

## *Extinctions massives*

# DES MONDES ONT DÉJÀ DISPARU

*Par cinq fois déjà, depuis 500 millions d'années, des cataclysmes ont ravagé la Terre, désolant le monde tel qu'il existait, décimant les espèces, au point que le vivant fut parfois tout près d'être rayé de la carte. Avant de se relever, sur les décombres d'un monde disparu. Plongée dans les archives de la Terre, à la recherche de ces extinctions massives qui prouvent que rien n'est éternel.*

ANNE DEBROISE



▲ La plus connue des extinctions de masse est celle des dinosaures, il y a 65 millions d'années, mais elle ne fut pas la seule...

## 1 Il y a 443 millions d'années

### LA FAUNE DES OCÉANS EST VICTIME D'UN BRUTAL REFROIDISSEMENT

La première crise biologique enregistrée serait due à l'apparition de mousses terrestres : en absorbant le dioxyde de carbone, elles auraient diminué l'effet de serre et fait chuter les températures. Ce qui fut fatal à de nombreux nautiloïdes. Ces animaux, proches des nautilus actuels (photo), étaient les plus grands animaux marins de l'Ordovicien (jusqu'à 5 m de diamètre).

**L**e vent balaie un morne paysage minéral. Il n'agite aucune feuille, ne porte aucun pépiement d'oiseau, nulle stridulation d'insecte. Les pluies ont lessivé la terre, laissant la roche à nu. Plus un seul poisson ne vient rider la surface de la mer, dont le bleu uniforme trahit l'absence d'algue... La Terre, comme une désolation : voici à quoi a peut-être ressemblé notre petite planète après avoir traversé quelques brutales fins du monde. Ce que les paléontologues appellent des extinctions massives.

"Dans les sédiments datant de 250 millions d'années, subitement, on ne retrouve plus que des spores de champignons et des débris de plantes terrestres, témoigne Philippe Janvier, du Centre de recherche sur la paléobiodiversité et les paléoenvironnements (université de la Sorbonne, Paris). La plupart des plantes et des animaux semblent avoir disparu. Le même type d'épisode a pu être observé il y a 65 millions d'années, le monde vivant se révélant tout à coup considérablement appauvri." Car les enregistrements fossiles sont formels : à ces époques reculées, entre 50 et 95 % des espèces vivantes connues furent balayées de la surface de la planète !

Des hécatombes auxquelles ne survécurent que quelques rares espèces, cantonnées dans des zones refuges où elles attendirent le retour de conditions plus favorables à la vie. "Nous n'avons aucune trace précise de ces refuges, admet Sylvie Crasquin, spécialiste des microfossiles au CNRS. On observe simplement une rupture très nette dans les gisements fossiles." Il n'empêche, ces refuges ont forcément existé. Car en quelques millions d'années, la vie a repris le dessus. Et les espèces

qui sont alors appa- r u e s étaient clairement apparentées à certaines de celles qui existaient avant la catastrophe. Le fil ténu de la vie n'a donc pas été rompu. Il était seulement porté par trop peu d'individus pour passer le filtre de la fossilisation.

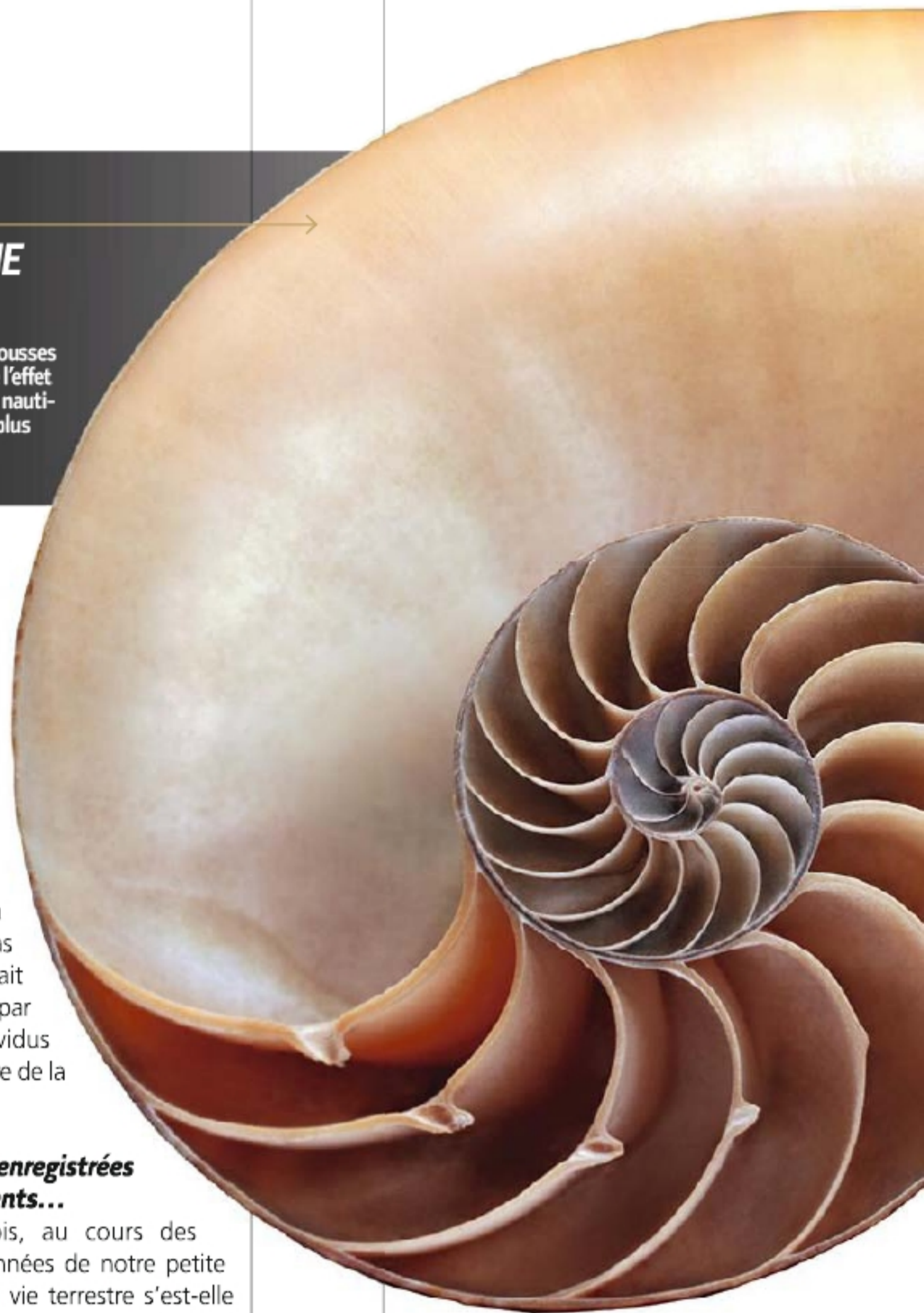
#### Des extinctions enregistrées dans les sédiments...

Combien de fois, au cours des 4,6 milliards d'années de notre petite planète bleue, la vie terrestre s'est-elle ainsi retrouvée au bord du gouffre ? Nul ne le sait. Et pour cause : les fossiles constituent la principale source d'informations sur les formes de vie passées. Or, seuls les organismes suffisamment gros (quelques millimètres) et constitués de suffisamment de parties dures (os, cuirasses, coquilles, lignine...) sont susceptibles de fossiliser. Peu d'informations transpirent donc au-delà de 500 millions d'années, quand sont apparus les premiers organismes multicellulaires complexes. Plus de 3 milliards d'années, quand la vie prenait exclusivement la forme d'organismes unicellulaires, nous échappent donc.

Reste que, en Chine et en Amérique du Nord, les sédiments ont enregistré de manière continue l'évolution de la vie sur des millions, voire des dizaines de millions d'années. Ils révèlent que depuis 500 millions d'années la Terre a failli devenir

plusieurs fois inhabitée, ou seulement peuplée de bactéries. "Les paléontologues s'accordent aujourd'hui sur l'existence de cinq épisodes principaux d'extinction massive au cours de cette période", affirme Gaël Clément, paléontologue au Muséum national d'histoire naturelle (Paris).

La première date d'il y a 443 millions d'années, à la frontière entre deux ères géologiques, l'Ordovicien et le Silurien. A l'origine de cette hécatombe, les scientifiques pointent... d'inoffensives plantes terrestres, apparues quelques dizaines de millions d'années plus tôt, et qui auraient contribué au brutal refroidissement de la planète constaté à cette époque. "Les premières plantes, qui ressemblaient à des mousses, ont absorbé le dioxyde de carbone atmosphérique, diminuant ainsi l'effet de serre. Elles ont pu provoquer



2 Il y a 372 millions d'années

## LES CORAUX SONT PRESQUE RAYÉS DE LA CARTE DU VIVANT

À la frontière entre le Frasnien et le Famennien, une extinction massive, sans doute due à des mouvements tectoniques, dépeuple les océans, alors que les terres sont encore peu colonisées. Les organismes de récif (coraux et gorgones) furent particulièrement touchés.



3 Il y a 251 millions d'années

## LA CRISE BIOLOGIQUE LA PLUS DÉVASTATRICE

Une incroyable série de catastrophes volcaniques, tectoniques et climatiques manque d'anéantir complètement la vie sur Terre : près de 90 % des espèces auraient disparu à la jonction entre le Permien et le Trias. Le groupe des trilobites (photo), ces arthropodes qui ont colonisé les mers il y a 525 millions d'années, résistant aux extinctions précédentes, succombe alors entièrement.

une baisse générale des températures de l'atmosphère et des océans", avance Philippe Janvier. La faune, qui n'est encore abritée que par les océans, paie alors un lourd tribut à ce refroidissement. Aucun écosystème marin n'est épargné : les coquillages des bords de mer, la vie fixée sur les récifs, les animaux de haute mer (de la famille des nautilus, par exemple)... affichent tous de larges pertes.

### ... aux causes parfois mal connues

Les fossiles témoignant de la vie sur les continents sont encore très rares. En revanche, on sait qu'il y a environ 372 millions d'années, à la fin du Dévonien, la vie marine fut de nouveau touchée. "Brutalement, une majorité de genres disparaît des enregistrements, raconte Gaël Clément. La presque totalité des coraux, ainsi →



## 4 Il y a 200 millions d'années

### UNE NOUVELLE HIÉRARCHIE S'INSTALLE SUR TERRE

Entre le Trias et le Jurassique, la fracturation de la Pangée bouleverse la vie océanique mais aussi terrestre. 35 % des espèces continentales disparaissent, dont les fougères à graines (ptéridospermes), qui dominaient la forêt tropicale humide au Carbonifère. Il est possible qu'elles aient été les ancêtres des plantes à fleurs. Toujours est-il qu'après cette crise, alors que la plupart des ptéridospermes ont disparu, les plantes à fleurs évoluent, se diversifient et colonisent toute la planète.

→ *que de nombreux poissons, sans mâchoire ou cuirassés, sont rayés de la liste des espèces vivantes.* Le coupable n'est pas clairement désigné, même si des mouvements tectoniques de grande ampleur sont soupçonnés. De fait, le Gondwana constituait à l'époque un mégacontinent qui englobait l'actuelle Amérique du Sud, l'Afrique, l'Inde, l'Antarctique et l'Australie. Or, ce continent a migré vers le nord, entrant en collision avec un autre mégacontinent composé de l'Amérique du Nord, du Groenland et de l'Europe... ce qui aurait profondément perturbé la circulation océanique, diminuant le brassage des océans et entraînant de forts changements climatiques. Puis, en proliférant, les plantes terrestres auraient pu, à leur tour, absorber du dioxyde de carbone ou augmenter la matière organique déversée dans les océans.

Mais c'est plus de 100 millions d'années plus tard que la Terre a réellement frôlé la catastrophe. L'extinction Permien/Trias, il y a 251 millions d'années, est en effet considérée comme la plus dévastatrice des

crises biologiques. Car ce n'est pas une, mais plusieurs catastrophes qui se sont alors succédé, raconte Sylvie Crasquin: *"L'activité volcanique dans les dorsales océaniques a d'abord faibli, avant de s'arrêter. Or, c'est à cet endroit que le plancher océanique se forme, alimenté par le magma sous-marin. Ce plancher océanique s'est effondré, et le niveau marin a baissé de 250 m ! Ce retrait de la mer a mis*

*à nu les plateaux continentaux, décimant les organismes marins installés sur ces fonds peu profonds, comme les trilobites et les coraux. Mais ce n'est pas tout: un nouveau continent unique, la Pangée, s'est formé et a commencé à remonter du pôle Sud. Le climat s'est continentalisé, passant de tempéré et humide à très chaud et sec. Des étés torrides ont alors rendu les terres arides. Enfin, un violent processus s'est produit sur ce qui constitue aujourd'hui la Sibérie: de gigantesques éruptions ont vomis de la lave pendant un million d'années, recouvrant une superficie égale à quatre fois la France, et ont rejeté dans l'atmosphère des gaz toxiques et à effet de serre. La température a encore augmenté, la mer est remontée, les océans, très chauds, ont encore une fois été privés d'oxygène."* Résultat: environ 95 % des espèces marines et 70 % des espèces terrestres ont été rayées de la surface de la Terre.

Les deux dernières extinctions massives font pâle figure à côté de ce monstre. Il y a 200 millions d'années, entre le Trias et le Jurassique, la Pangée se fracture en plusieurs continents, provoquant de nouvelles variations du niveau des mers,

SCIENCE PHOTO LIBRARY/COSMOS

## Sait-on combien de temps vit une espèce ?

Les espèces apparaissent, vivent et s'éteignent. Certaines semblent évoluer très lentement, comme le triops, un crustacé apparu il y a plus de 200 millions d'années, qui ressemble comme deux gouttes d'eau au *Triops cancriformis* actuel. A l'inverse, si *Homo sapiens* venait à disparaître prochainement, il aurait vécu moins de 200 000 ans. Impossible de définir une longévité standard, car si l'extinction d'une espèce peut être datée, son apparition, elle, se fait graduellement.

A partir de quand décrète-t-on qu'une espèce fille constitue une espèce différente de celle dont elle est issue ? Quand mâle et femelle ne donnent plus ensemble naissance à une descendance fertile, affirme la théorie la plus répandue... Difficile de trancher pour les espèces contemporaines, impossible pour les disparues, les différences entre fossiles pouvant être attribuées à une différence entre espèces, à des variations interindividuelles ou sexuelles à l'intérieur d'une même espèce...





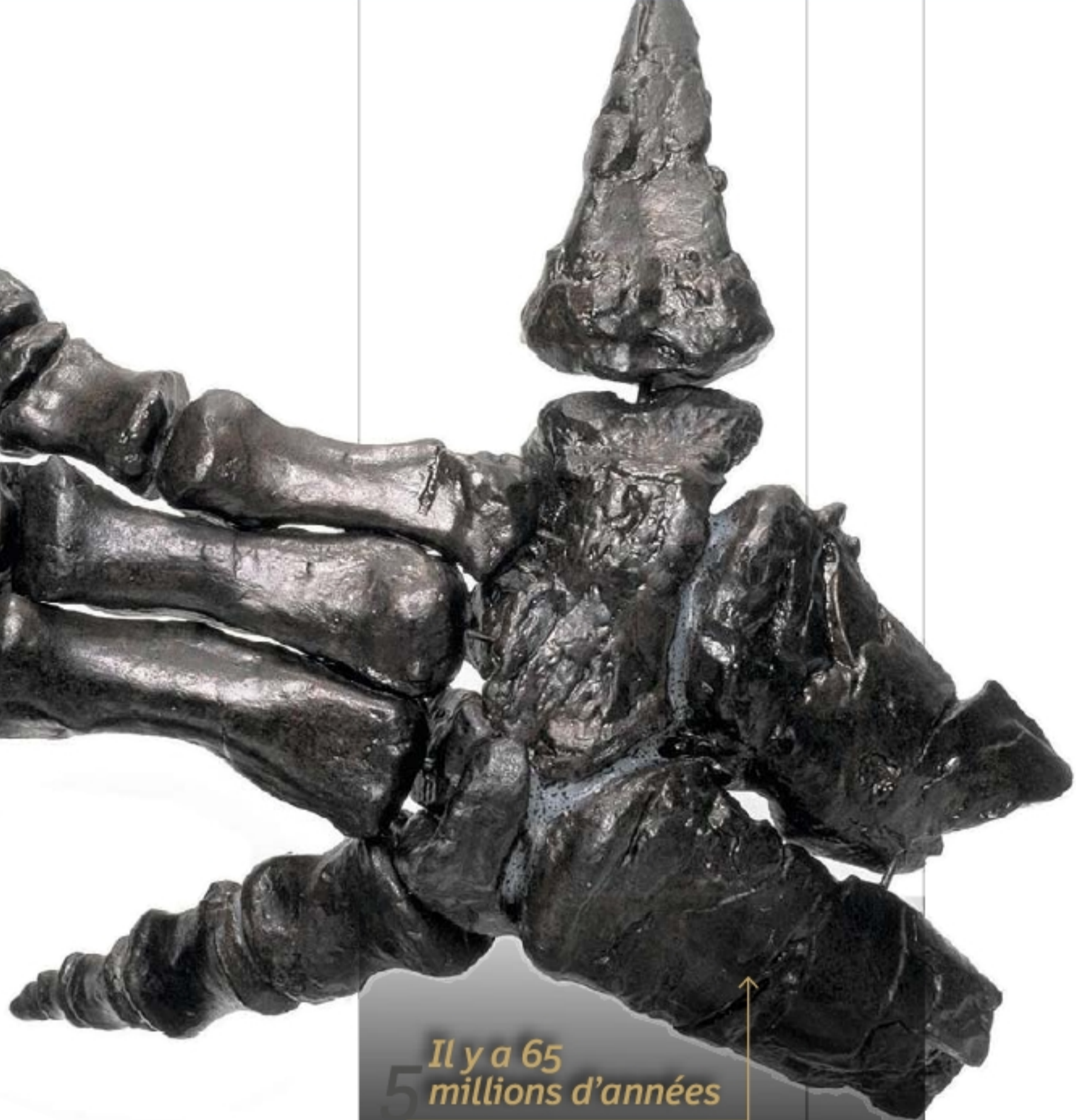
mettant à mal la vie océanique. Environ 75 % des espèces marines et 35 % des espèces continentales disparaissent alors. Puis, plus proche de nous, survint ensuite, plus brutale, la crise de la fin du Crétacé, il y a 65 millions d'années.

### **Des victimes... et des profiteurs !**

Alors que beaucoup d'espèces souffraient déjà des éruptions à l'origine des trapps du Deccan, en Inde, les extinctions se sont accélérées subitement lorsqu'une météorite, dont le diamètre mesurait trois fois la hauteur du mont Blanc, s'est abattue dans ce qui correspond aujourd'hui au Yucatan, au Mexique. La taille du cratère (170 km de diamètre, 30 km de profondeur) donne une idée de la violence du choc. Un gigantesque incendie a alors embrasé la végétation sur un rayon de 1 500 km, pendant que le souffle de l'explosion poursuivait son travail de dévastation sur 1 500 km supplémentaires. Poussières, suies et soufre ont obscurci le ciel pendant plusieurs mois, refroidissant la planète. Sans rayonnement solaire, c'est la fin de la photosynthèse et l'effondrement des chaînes alimentaires. En une trentaine d'années, la moitié des

espèces sont portées manquantes : des micro-organismes marins, de grands reptiles marins (comme le pliosaure) et les fameux dinosaures.

Mais une extinction massive n'a pas que des mauvais côtés. Le cas des dinosaures est ici exemplaire : leur disparition a ouvert des perspectives à d'autres espèces restées dans l'ombre de ceux qui dominaient alors la planète. Logique : lors d'une extinction, même massive, toutes les espèces ne sont pas logées à la même enseigne. Ainsi, les paléontologues ont-ils appris à discerner, au sein des espèces, les victimes, les profiteuses et celles qui survivent avec plus ou moins de difficultés. *"Au début des extinctions, on observe systématiquement que certaines espèces, d'une morphologie très homogène, se mettent à pulluler dans tous les environnements. Ce sont des espèces 'désastres'",* note Philippe Janvier. Lors de la gigantesque crise Permien/Trias, ces profiteurs sont des microbes qui construisent des tapis calcaires, appelés microbialites. Ils colonisent une grande variété d'environnements, désertés par les victimes : mers, lacs, sous-sols. Sur terre, certains "reptiles mammaliens" omnivores (des

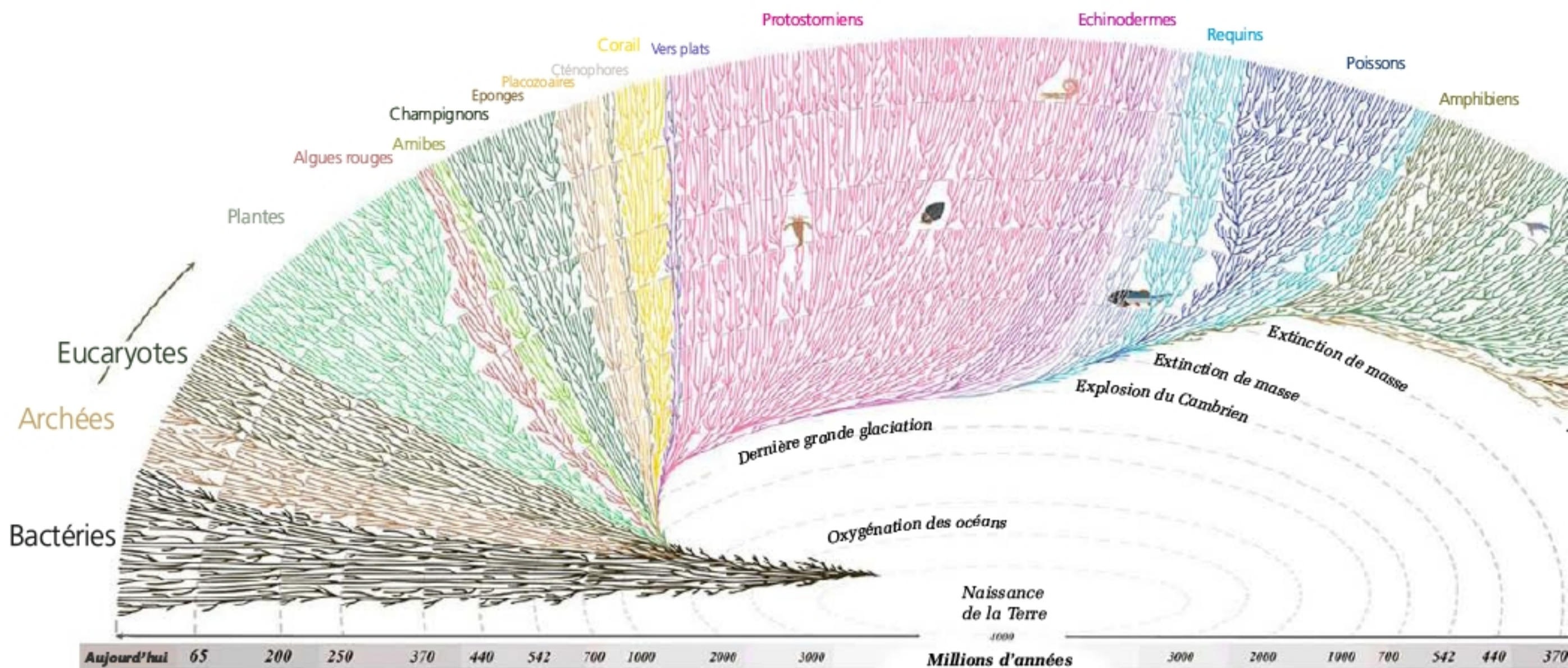


**5** Il y a 65 millions d'années

## **LA FIN DES DINOSAURES**

Cette main fossilisée d'iguanodon (photo) témoigne de la bonne santé des dinosaures herbivores au Jurassique et au Crétacé. S'ils ont profité de la crise du Permien/Trias après laquelle ils se sont énormément diversifiés, les dinosaures ont été peu nombreux à survivre à la crise du Crétacé, sans doute accélérée par la percussion d'une météorite : seuls les dinosaures volants ont réussi à en réchapper.

thérapsides, comme les dicynodontes), semblent soudain pulluler. Lors de la dernière crise, ce furent les reptiles de type crocodiles... Ces "espèces désastres" sont des opportunistes. Elles peuvent être des charognards, mais pas seulement : elles sont surtout capables de proliférer dans des environnements défavorables et peu concurrentiels, puis d'envahir les espaces laissés libres par les espèces victimes. Pour Philippe Janvier, l'homme pourrait bien être l'espèce désastre d'une éventuelle nouvelle extinction en cours. N'a-t-il pas envahi tous les écosystèmes au détriment des autres espèces, détruisant les forêts et leur biodiversité, chassant et pêchant, prélevant plus que sa part des ressources →



Ce diagramme représente les principales branches de la vie. Figurent également quelques espèces disparues, comme les dinosaures.

→ de la planète ? Comme une espèce désastre, il prospère en tout cas sur la diminution de la biodiversité (voir encadré p. 27). Si c'est le cas, notre espèce a du souci à se faire. Car ces espèces, une fois revenues des conditions plus favorables au développement d'une vie diversifiée, sont elles aussi vouées à l'extinction.

Les espèces survivantes sont, elles, restées jusque-là discrètes. Elles présentent des facultés d'adaptation importantes. Selon Gaël Clément, "les espèces spécialisées sont en général plus fragiles que les autres. Par exemple, les espèces omnivores s'adapteront plus facilement à une modification de leur environnement que celles qui sont strictement carnivores". Comme l'a révélé Fabrizio Cecca, chercheur à l'université Pierre-et-Marie-Curie, à Paris, l'histoire des ammonites, ces animaux pourvus d'une coquille en spirale, est à cet égard révélatrice : "Ces mollusques ont traversé plusieurs épisodes d'extinction massive. Mais chaque fois, ce sont les espèces dont les coquilles étaient les plus simples qui ont survécu." La petite taille des espèces semble aussi augurer d'une bonne chance de survie. "Lors de la crise Permien/Trias, les grands requins ont quasiment tous disparu, poursuit Gaël Clément. Seuls ceux de petite ou moyenne taille, comme les

hybodontes et les xénacanthes, ont survécu." Des exemples qui soutiennent la théorie dite "Liliput", selon laquelle les animaux les plus petits, ceux dont les besoins énergétiques sont limités, supporteraient mieux les crises.

### Des formes de vie nouvelles

Parmi les survivants, on compte enfin les "réfugiés", des espèces qui ont réussi à gagner des zones refuges. Les espèces mobiles ou d'eau profonde s'en sortent alors forcément mieux que celles qui sont fixées ou qui vivent en bord de mer... L'homme, s'il développait des capacités d'adaptation importantes, aurait une petite chance de s'inviter dans ce club assez fermé. Un dub qui a l'avenir devant lui, car après la crise, les espèces survivantes prospèrent ! La Terre se retrouve alors peuplée de formes plus simples, d'animaux plus petits aux caractères archaïques, tandis que la compétition pour l'espace et la nourriture a drastiquement diminué. C'est l'explosion : en quelques centaines de milliers ou millions d'années, les extinctions laissent place à un foisonnement de nouvelles formes, d'inventions évolutives étonnantes, qui permettent à leurs porteurs de coloniser des écosystèmes variés. L'évolution s'accélère : on parle de "radiation évolutive".

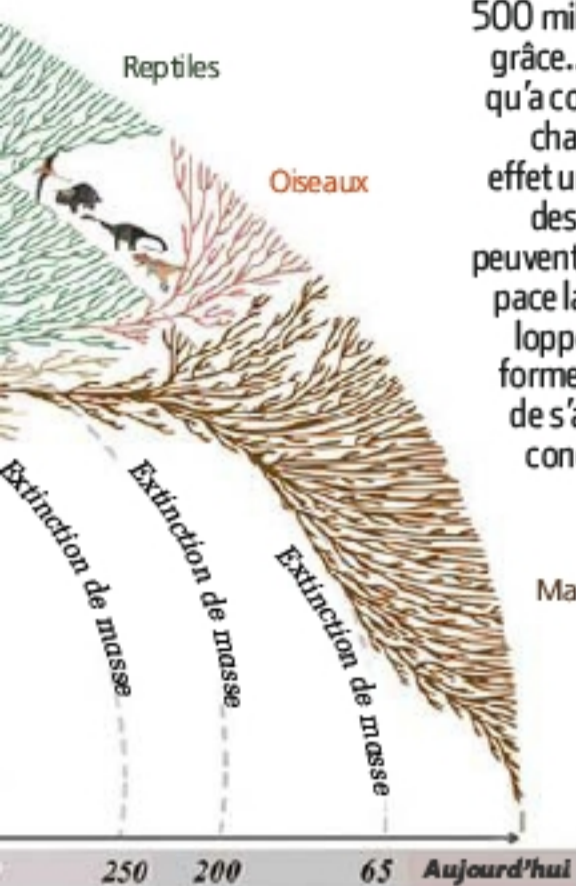
"Le monde d'après la crise ne ressemble plus au monde d'avant : il n'est pas peuplé des mêmes groupes, ni des mêmes espèces, constate Philippe Janvier. La faune et la flore ont été complètement renouvelées." Un renouvellement particulièrement criant à la suite de cette fameuse crise Permien/Trias : "Dans les océans, les espèces du Mésozoïque ont succédé à celles du Paléozoïque. On est passé d'une vie fixée à une vie plus libre, plus mobile. C'est à cette époque que le plancton se développe", raconte Sylvie Crasquin. Sur les continents, la flore adaptée aux milieux humides et aux marécages (avec les fougères arborescentes) laisse place à des conifères, plus adaptés à la sécheresse qui s'est installée.

Une autre "radiation évolutive" étonnante fut celle des mammifères, juste après la crise Crétacé/Tertiaire. Avec la fin des dinosaures, les mammifères, qui étaient jusque-là des petits animaux nocturnes, arboricoles et insectivores, ont subitement donné naissance à des morphologies inédites et très variées. Emmanuel Gheerbrant, du Centre de recherche sur la paléobiodiversité et les paléoenvironnements, remarque ainsi que "les grands mammifères se sont diversifiés très rapidement après la crise. Les fossiles, mais aussi les études génétiques

LEONARD EISENBERG/EPICNEAO - LUCAS BURRARD/AP/ISA - HEMIS - THOMAS MARENT/LOOK AT SCIENCE

## La diversité explose après chaque extinction de masse

Les formes de vie n'ont cessé de se diversifier depuis 500 millions d'années et ceci grâce... aux cinq extinctions qu'a connues la Terre. Après chaque crise, apparaît en effet un monde nouveau, où des espèces plus simples peuvent s'épanouir dans l'espace laissé libre. Elles développent alors de nouvelles formes qui leur permettent de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques et géologiques.



en témoignent. Des lignées aujourd'hui éteintes commencent à apparaître, puis les ordres actuels avec des précurseurs des chevaux, des hippopotames, des cochons, des primates, des rongeurs, des lapins, des éléphants, des chauves-souris. Les morphologies se diversifient et les tailles augmentent très vite". Ainsi, les ancêtres des éléphants, qui pesaient environ 5 kg il y a 59 millions d'années, voient leur poids multiplié par 40 en six millions d'années.

Sans ces crises, il est probable que les vertébrés ne se seraient pas autant diversifiés au Silurien; que les premiers tétrapodes n'auraient pas colonisé la Terre au Dévonien; que les gros mammifères n'auraient pas supplanté les dinosaures et, dans la foulée, que l'homme ne serait pas apparu... La disparition d'un monde donne ainsi systématiquement naissance à un autre, avec sa faune et sa flore caractéristiques, adaptées aux nouvelles conditions climatiques et géologiques. Pour Emmanuel Gheerbrant, c'est grâce

à cette succession de crises que l'on peut observer aujourd'hui une telle diversité biologique: "Aujourd'hui, nous avons sur la planète des animaux qui volent, qui nagent, qui fouissent... Certains vivent en colonies, d'autres en solitaires. Ils ont développé des régimes alimentaires très variés, parfois très spécialisés, se nourrissant par exemple uniquement de sang ou de nectar de fleur."

Si d'aventure une nouvelle crise se produisait et qu'une poignée d'humains y survivaient, il y a fort à parier qu'ils connaîtraient une évolution rapide. A quoi ressembleraient ces hommes d'après la fin du monde? Ils seraient peut-être plus petits, adaptés à un climat plus chaud. Et donneraient sans doute naissance à plusieurs espèces post-humaines... Le foisonnement qui s'en suivrait est, par nature, imprédictible.



## Sommes-nous en train de vivre une 6<sup>e</sup> extinction ?

En 2009, L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) recensait, sur ces 500 dernières années, 820 disparitions d'espèces à l'état sauvage. Sans compter les disparitions silencieuses, plus nombreuses. Une relation empirique entre taille d'un habitat et nombre d'espèces a permis d'évaluer un taux d'érosion entre 0,1 % et 0,3 % par siècle. Des chiffres qui pointent donc une diminution en cours de la biodiversité. "L'actuel épisode de disparitions en série aurait débuté il y a 50 000 à 100 000 ans, lorsque l'homme a commencé à coloniser la planète", lisait-on en 2008 dans un dossier publié par l'Académie des sciences américaine. En surexploitant certaines espèces pour sa consommation, en supprimant ou dégradant l'habitat ou les ressources indispensables à la survie de quantité d'autres, l'homme serait-il celui par qui surviendra la 6<sup>e</sup> grande extinction de l'histoire du vivant? Observations

à l'appui, on sait aujourd'hui que parmi les 4 620 espèces de mammifères connues, 50 se sont éteintes au cours du dernier siècle, soit un taux d'érosion de 1,1 %. Pour les oiseaux, il s'agit de 40 extinctions pour 10 000 espèces, ce qui équivaut à un taux d'érosion de 0,4 % par siècle. Or, les paléoécologistes, en prenant comme moyenne de longévité d'une espèce 5 millions d'années, ont établi un taux "normal" d'extinction d'une espèce sur 50 000 par siècle, équivalant à 0,002 %. Ainsi, même l'estimation la plus basse du taux d'érosion actuel (0,1 %), resterait 50 fois plus élevée que le taux attendu. Ce qui fait dire aux auteurs du rapport de l'Académie des sciences américaine que "l'avenir de la biodiversité pour les dix prochains millions d'années sera certainement déterminé dans les cinquante à cent ans à venir par l'activité d'une seule espèce, Homo sapiens, vieille de seulement 200 000 ans".

F.L.

►► Amphibiens, lions des mers, iguanes bleus... La liste des espèces en danger critique de disparition s'allonge chaque année.



## *Planète Terre*

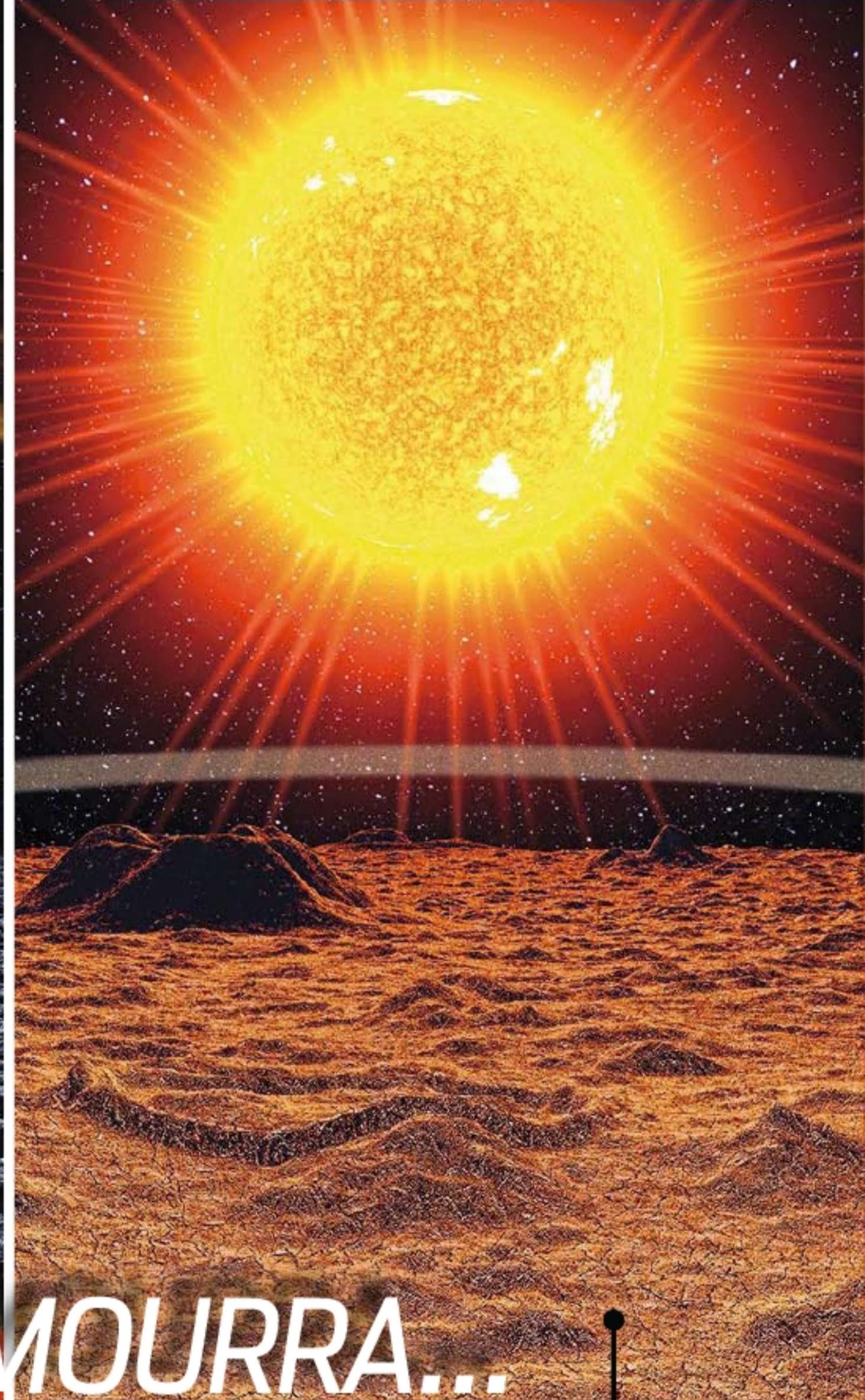
# *UN JOUR C'EST SÛR...*

*Cela se produira à des échelles de temps vertigineuses, mais c'est inéluctable : la Terre, le système solaire, puis la Voie lactée et toutes les galaxies et, enfin, l'Univers lui-même sont voués à disparaître. Car les lois physiques sont implacables : elles décrivent très exactement quand et comment surviendra la fin de tout ce qui existe dans le cosmos. Pour autant, cela pourrait ne pas signifier la fin des temps... Compte à rebours.*

MATHIEU GROUSSON



ESA/MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA



## ... LA TERRE MOURRA...

### **Dans 2 milliards d'années (Ga) : la fin du vivant**

Au fur et à mesure qu'il brûle ses réserves d'hydrogène, le Soleil devient de plus en plus chaud, et sa luminosité augmente de 10 % tous les milliards d'années. Dans 1 à 2 milliards d'années, la Terre sera devenue une telle fournaise que la température sera suffisante pour dissocier les molécules d'eau à sa surface. Les océans s'évaporent. Toute vie est désormais impossible sur feu la "planète bleue".

GRÉGOIRE CIRADE

### **Dans 5 Ga : le Soleil devient une géante rouge**

La combustion des couches supérieures d'hélium du Soleil s'intensifie; son cœur d'hélium se contracte et entre en fusion. L'augmentation de la pression interne multiplie par 1 000 le rayon du Soleil, qui se transforme en géante rouge. Notre étoile, désormais monstrueuse, éjecte dans l'espace une importante quantité de matière brûlante. Devenu "visqueux", le milieu interplanétaire freine la Lune, qui se rapproche de la Terre. Alors que l'astre sélène est à environ 20 000 km, il subit des forces de marées telles qu'il se disloque et forme un anneau autour de notre planète.



**Dans 7 Ga : la Terre est dévorée et disparaît**

Devenu géante rouge, le Soleil perd d'importantes quantités de matière sous l'effet d'instabilités qui favorisent de puissants vents solaires. Plus dense, l'espace environnant la Terre engendre sur celle-ci une force de friction qui conduit à une diminution du rayon de son orbite. Si bien que notre planète finit par être happée par-delà les couches supérieures de l'atmosphère solaire. Une température de plusieurs milliers de degrés entraîne l'évaporation des roches de la surface de la Terre.

**Dans 8 Ga : le Soleil s'effondre**

Le Soleil a consommé tout son hélium et se contracte. Son cœur s'effondre en une naine blanche, un astre fait d'oxygène et de carbone représentant 50 % de sa masse originelle dans un volume équivalent à celui de la Terre. Le reste se dissipe dans l'espace, formant un nuage d'hydrogène et d'hélium appelé nébuleuse planétaire. Si la Terre n'a pas été pulvérisée, elle orbite autour de l'étoile mourante et froide, devenant à son tour un corps sombre et glacé. Elle est alors soit éjectée du système solaire, soit écrasée sur ce qui sera devenu une naine noire, après usure de son orbite par des ondes gravitationnelles pendant des dizaines de millions de milliards d'années...

## QUELLE FIN DU MONDE ?

► Bien avant sa disparition dans  $10^{19}$  à  $10^{25}$  années, la Voie lactée (à g.) fusionnera avec Andromède (à dr.) dans 4 milliards d'années.

NASA/ESA/Z.LEVAY - R.VAN DER MAREL (STSC) T.HALLAS - A.MELLINGER - STSCL - PRC 12-20B

# ... NOTRE GALAXIE DISPARA

### **Dans $10^{14}$ années : les étoiles se refroidissent**

Dans la Voie lactée, née 3 milliards d'années après le big bang, comme dans les autres galaxies, les dernières étoiles s'éteignent et se refroidissent lentement. Pratiquement plus aucune nouvelle étoile ne se forme.

### **Dans $10^{16}$ années : la fin des systèmes planétaires**

Leurs orbites définitivement déstabilisées, plus aucune planète ne tourne autour d'une étoile, éteinte ou pas. C'est la fin des systèmes planétaires.





# ÎTRA...

## **Dans $10^{22}$ années : la fin des étoiles**

Alors qu'il ne reste que quelques centaines d'étoiles par galaxie, les dernières se forment par collision entre des naines brunes, issues d'étoiles déjà mortes. Avant de disparaître.

## **Dans $10^{19}$ à $10^{25}$ années : les galaxies s'évaporent**

Les galaxies finissent par s'évaporer au gré des perturbations gravitationnelles. Ce qu'il en reste – moins de 10 % – forme un système compact qui fusionne avec le trou noir central de chacune d'elles.

**U**ne intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent [...], embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'Univers et ceux du plus léger atome: rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux." Depuis cet éloge du déterminisme de Pierre-Simon Laplace, dans son *Essai philosophique sur les probabilités* publié en 1814, les physiciens ont pris conscience des limites de leur science à tout prévoir. Il n'empêche, la tentation est grande de prendre leurs équations pour des "Tables de la Loi" et d'essayer d'y contempler jusqu'au devenir ultime de chaque chose dans l'Univers, voire le destin du cosmos. C'est possible, et le résultat est un scénario cohérent de l'avenir. De fait, que la Terre, le système solaire, les étoiles et les galaxies finissent par disparaître est gravé dans le marbre des lois physiques grâce auxquelles il est possible de prédire la mort de la matière, dans un cosmos devenu vide et glacial. A condition de faire quelques hypothèses.

En particulier, il faut admettre l'universalité des lois de la nature sur des périodes de temps où leur validité n'a jamais été testée... et n'a aucune chance de l'être. Ainsi, pour parvenir à décrire l'état ultime de la matière dans le cadre du scénario cosmologique en vigueur aujourd'hui, il convient de dérouler les équations jusqu'à  $10^{10^{76}}$  années ! L'Univers n'étant âgé que de 13,7 milliards d'années... Or,

les physiciens en sont déjà à se demander si leurs équations sont valables en tout point de l'espace et du temps... Et ils ignorent, par exemple, si le proton, particule stable sur quelques dizaines de milliards d'années, ne finit pas par se désintégrer au-delà de  $10^{33}$  ans d'existence.

Autre limite au récit des fins ultimes: certaines des lois régissant la matière échappent aux physiciens. Les cosmologistes ont beau avoir acquis la certitude que l'expansion de l'Univers – l'éloignement toujours plus grand des structures cosmiques entre elles – est accélérée, ils n'ont aucune idée de la cause de ce phénomène. Faute de mieux, ils ont baptisé "énergie noire" cette pièce manquante du puzzle cosmique, une dénomination

exemple, si sa densité reste à tout jamais constante, ce qui correspond au cas d'un Univers dont l'expansion accélérée se poursuit *ad vitam æternam*, le devenir de la matière ressemblera sans doute à la chronologie que nous brossons dans la frise ci-dessous (évaporation des trous noirs issus d'étoiles à  $10^{65}$  années, des plus massifs à  $10^{100}$  années...). Si ce n'est que dans le cas d'une expansion accélérée, les équations de la relativité générale d'Einstein couplées à celles de la thermodynamique prédisent que l'horizon de l'Univers, comme celui d'un trou noir – ces astres qui dévorent toute matière s'approchant trop près de leur frontière, y compris la lumière – doit émettre une faible lueur, appelée

## Quand la matière atteindra son stade ultime, des choses improbables, pourquoi pas un nouvel Univers, auront lieu

AURÉLIEN BARRAU LABORATOIRE DE PHYSIQUE SUBATOMIQUE ET DE COSMOLOGIE

qui traduit assez bien leur méconnaissance de cette entité. "La nature de l'énergie noire nous échappe totalement, admet Jean-Michel Alimi, du Laboratoire Univers et théories, à Meudon. Et tant que ce sera le cas, le destin de l'Univers restera une question largement ouverte."

Pour l'imaginer, il faut donc faire quelques paris sur le comportement de cette mystérieuse énergie noire. Par

radiation Hawking, du nom du physicien anglais qui a déduit son existence. Or, pour Aurélien Barrau, du Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie, à Grenoble, "l'existence de ce rayonnement signifie que la température de l'Univers ne pourra jamais devenir nulle. Ainsi, sur des temps immémoriaux, tout devient possible puisqu'une fluctuation thermique improbable finira toujours

# ... L'UNIVERS NE SERA PLUS

Un début de scénario décrit le devenir du cosmos. Au-delà, l'échelle de temps devient tellement grande qu'on ne peut pas connaître la suite avec certitude...

### Scénario commun

#### $10^{65}$ années

Les trous noirs avalent tout ce qui passe à leur portée. Ils émettent néanmoins un faible rayonnement, appelé radiation Hawking. Les trous noirs issus d'étoiles finissent par s'évaporer.

#### $10^{100}$ années

A leur tour, les trous noirs issus de galaxies, les plus massifs, s'évaporent.

par advenir et engendrer n'importe quoi. Même après que la matière aura atteint son stade ultime, des choses improbables, pourquoi pas l'apparition d'un nouvel Univers, auront forcément lieu". Et d'ajouter: "C'est assez spéculatif, mais fondé sur de la physique admise: la relativité générale et la thermodynamique."

### Le "big rip": l'Univers déchiqueté

Cependant, rien ne garantit que la densité de l'énergie noire soit constante. Imaginons qu'elle augmente, et le scénario du destin de l'Univers pourrait être celui d'un cataclysme. Dénommé "big rip" ("grande déchirure"), il indique que si la densité de l'énergie noire augmente, elle devient infinie en un temps fini. Auquel cas chaque point de la trame de l'espace-temps se retrouve infiniment loin de tous les autres. Et chaque structure que contient l'Univers, des amas de galaxies jusqu'à la plus infinitésimale particule, finit littéralement déchiqueté.

Dans cet océan d'incertitude, comment toucher du doigt le "vrai" destin de la matière et du cosmos? Même la deuxième loi de la thermodynamique, dite de l'entropie, selon laquelle les phénomènes physiques sont orientés dans le temps, et donc irréversibles – ce que les physiciens formalisent en disant que l'entropie d'un système ne peut que croître –, fait une bien piètre éclairceuse. Cette loi traduit la tendance de tout système à évoluer vers une situation dite d'équilibre, la plus homogène possible. Pourquoi? Parce qu'il y a infiniment plus de configurations possibles pour les constituants

microscopiques d'un système si ce dernier est homogène que s'il est hétérogène: un système de haute entropie est plus probable qu'un système de basse entropie. Dès lors, chaque chose ne doit-elle pas terminer dans son état d'entropie maximale, à savoir une homogénéité la plus accomplie possible? Oui, mais... L'expansion continue de l'Univers maintient son contenu dans une situation de non-équilibre. Ce qui interdit d'affirmer que chaque grain de matière finira bien par atteindre son état d'équilibre, même au bout d'un temps infiniment long.

Quant aux théories qui étudient le devenir de l'Univers tout entier, elles considèrent ce dernier tel un milieu homogène et isotrope (ayant les mêmes propriétés physiques où qu'on le regarde) à toutes les époques. Si bien que l'entropie du cosmos a déjà sa valeur maximale au moment du big bang. Certes, elle se "dilue" sous l'effet de l'expansion – ce qui explique l'apparition de structures complexes (étoiles, planètes, vie...) – mais elle reste globalement constante. C'est comme si la flèche du temps n'avait aucun effet sur l'Univers: rien ne permet de distinguer fondamentalement l'Univers du passé de l'Univers du futur. Pas de marque du passage du temps... donc pas de fin.

Au vrai, "les théories cosmologiques n'évoquent nullement la fin des temps, explique Jean-Michel Alimi. Mais un Univers en expansion perpétuelle, ou éventuellement cyclique". Comme si la physique était incapable de penser la fin de l'Univers, celui-ci offrant finalement le visage de l'éternité...

## Un futur de plus en plus incertain

Dans un Univers en expansion accélérée, comme c'est actuellement le cas du nôtre, chaque point s'éloigne de tous les autres à une vitesse croissante. Conséquence: l'Univers observable, dont la limite dépend de la vitesse de l'expansion et de celle de la lumière, se restreint au cours du temps. Si bien que dans 1 000 milliards d'années, outre les galaxies proches de la Voie lactée, qui se seront rassemblées en une unique super-galaxie sphérique, aucun autre objet ne sera plus visible dans le ciel, même avec les plus puissants télescopes imaginables. Par ailleurs, le rayonnement du fond diffus cosmologique, la plus vieille lumière émise par l'Univers, qui contient nombre d'informations cosmologiques fondamentales, verra sa longueur d'onde à ce point étirée par l'expansion qu'il sera tout bonnement indétectable. Autrement dit, plus encore que nous-mêmes aujourd'hui, d'hypothétiques observateurs futurs du cosmos n'auraient quasiment aucun moyen de comprendre dans quel Univers ils évoluent et, par conséquent, de prédire sa destinée...

### Hypothèse 1

**$10^{793}$  années**

Depuis longtemps, la matière s'est essentiellement désintégrée du fait de l'instabilité du proton. Ne restent que des photons, des neutrinos, des électrons et des positons. Ces deux derniers se lient pour former une sorte d'atome, le positronium, qui finit à son tour par se désintégrer. Ne subsiste alors plus dans l'Univers que du rayonnement, dont l'énergie décroît au fil de l'expansion cosmique.

### Hypothèse 2

**$10^{1500}$  années**

Les étoiles trop légères pour former des trous noirs se sont refroidies au zéro absolu. Sous l'effet de la gravitation, elles deviennent sphériques puis se transmutent en fer, l'élément le plus stable.

**$10^{1076}$  années**

Les sphères dont la masse est supérieure à la masse de Planck (20  $\mu$ g) forment des trous noirs par effet tunnel et finissent par s'évaporer. Il ne reste dans l'Univers que de la poussière de fer.

*Les scénarios des scientifiques*

# QUELLE FIN

# DU MONDE ?

38

*La chute d'un astéroïde géant*

42

*La pandémie mondiale*

46

*La grande panne informatique*

50

*La catastrophe climatique*

54

*La guerre nucléaire*

58

*L'épuisement total des ressources*

62

*L'invasion extraterrestre*

66

*La pollution généralisée*

70

*L'éruption d'un supervolcan*

# LA CHUTE D'UN ASTÉROÏDE GÉANT

*Il y a 65 millions d'années, un astéroïde rayait de la carte les dinosaures. A chaque instant, pareille catastrophe peut se reproduire, dont l'humanité ferait cette fois les frais.*

Hélène Perrin



La surface de notre planète est bombardée en permanence par des corps venus de l'espace. Le temps de votre lecture, il en sera tombé près d'une tonne. Cette matière extraterrestre ne laisse, dans son immense majorité, aucun souvenir: elle nous arrive sous la forme imperceptible de poussières et de petits grains de matière, quand elle ne s'est pas vaporisée sous l'effet de sa rencontre à grande vitesse avec notre atmosphère. Imperturbable, la course de la Terre sur son orbite? Pas toujours. Un astéroïde autrement plus imposant peut croiser sa route. S'il mesure plus de 1 kilomètre, c'est la vie de milliards d'humains qui est en péril.

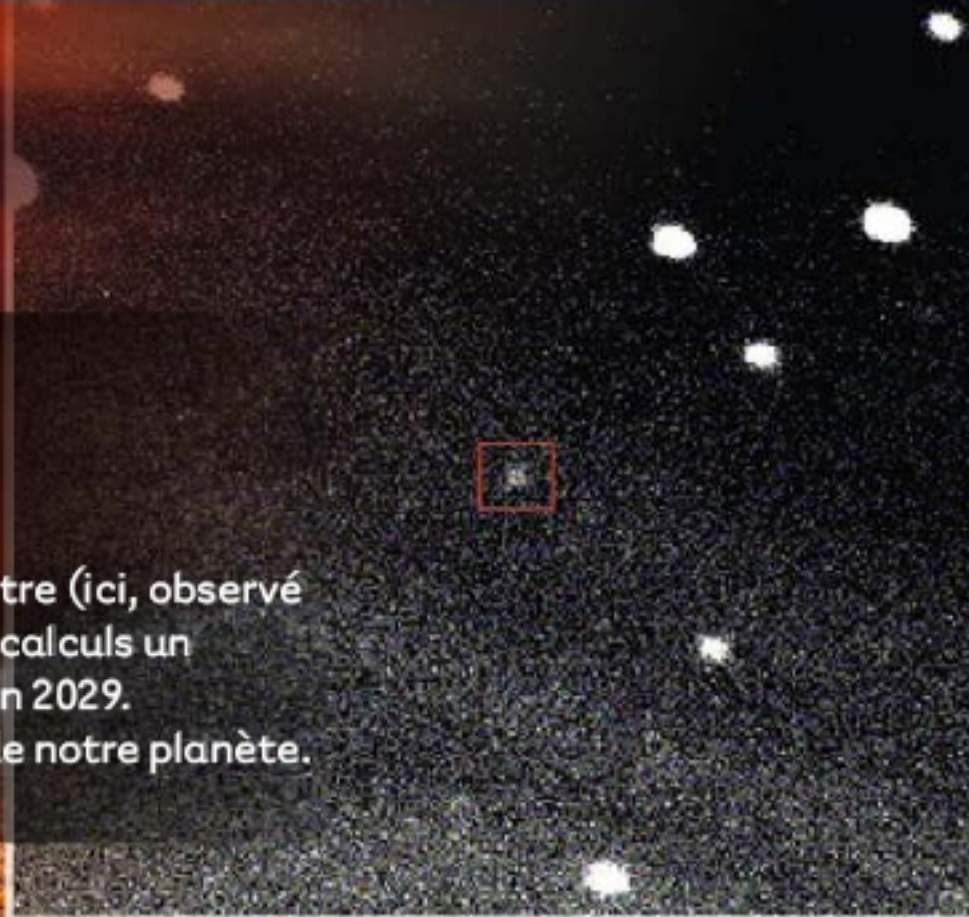
*"Cela correspond à un seuil de catastrophe globale",* souligne Patrick Michel, directeur de recherche au CNRS, responsable de l'équipe Théories et observations en planétologie de l'Observatoire de la Côte d'Azur. Les chercheurs ont en effet acquis les moyens de mettre en équation un cataclysme de cette ampleur. Observations astronomiques, relevés géologiques, modèles climatiques et résultats des études menées à la suite d'essais nucléaires alimentent des simulations numériques, comme le programme Earth Impact Effects (1). Développé par Robert Marcus, physicien à l'université Harvard (Massachusetts), et Gareth Collins, chercheur en astronomie à l'Imperial College de Londres, il permet d'étudier la probabilité et les conséquences d'un impact météoritique en fonction de l'énergie libérée lors du choc.

### **Des milliards de fois Nagasaki**

Qu'advierait-il si un astéroïde rocheux de 18 km de diamètre venait à tomber sur Paris? Probablement la même chose qu'il y a 65 millions d'années, lorsqu'une météorite de cette taille percuta la Terre et fit disparaître environ 50% des espèces, dont les dinosaures. Les humains survivraient-ils, comme le firent certains petits mammifères, et suivraient-ils le destin de ces lointains ascendants réchappés du désastre et devenus les nouveaux maîtres de la planète? Nul ne le sait. Au moins sait-on que le monde après la collision serait tout sauf hospitalier. Le cratère de l'impact qui anéantit les dinosaures, d'un diamètre de 180 km, est toujours visible au Mexique. L'énergie mise en jeu représente ici près de  $4 \cdot 10^8$  mégatonnes (Mt), soit plusieurs milliards de fois celle de la bombe larguée sur Nagasaki. Paris, mais aussi Lille seraient →

## APOPHIS SOUS HAUTE SURVEILLANCE

Ce géocroiseur de 300 m de diamètre (ici, observé en 2004) avait, selon les premiers calculs un risque sur 37 de percuter la Terre en 2029. En réalité, il passera à 42 000 km de notre planète.



→ pulvérisées lors de la collision. L'amplitude du séisme dépasserait celle des plus violents tremblements de terre jamais observés. Une grande partie de l'Europe serait dévastée par des séismes gigantesques et noyée sous un déluge de poussières et de débris. L'impact produirait suffisamment de poussières obscurcissant le ciel pour faire chuter la température moyenne du globe de plusieurs degrés pendant des mois. Sans énergie solaire, c'est la fin de la photosynthèse et l'effondrement des chaînes alimentaires et donc, à terme, la fin des espèces les plus fragiles. Des milliards d'êtres humains, privés de toute ressource agricole, de gibier ou de plantes, seraient décimés par la faim et le froid. La violence du choc pourrait même perturber la rotation de la Terre autour de son axe, modifiant la durée du jour de plusieurs millisecondes. En cas de chute dans l'océan, des vagues de centaines de mètres de hauteur détruiraient des dizaines de milliers de kilomètres de régions côtières. "Les océans couvrent 70% de la planète, rappelle Gareth Collins. La plupart des impacts passés et à venir concernent donc le milieu marin."

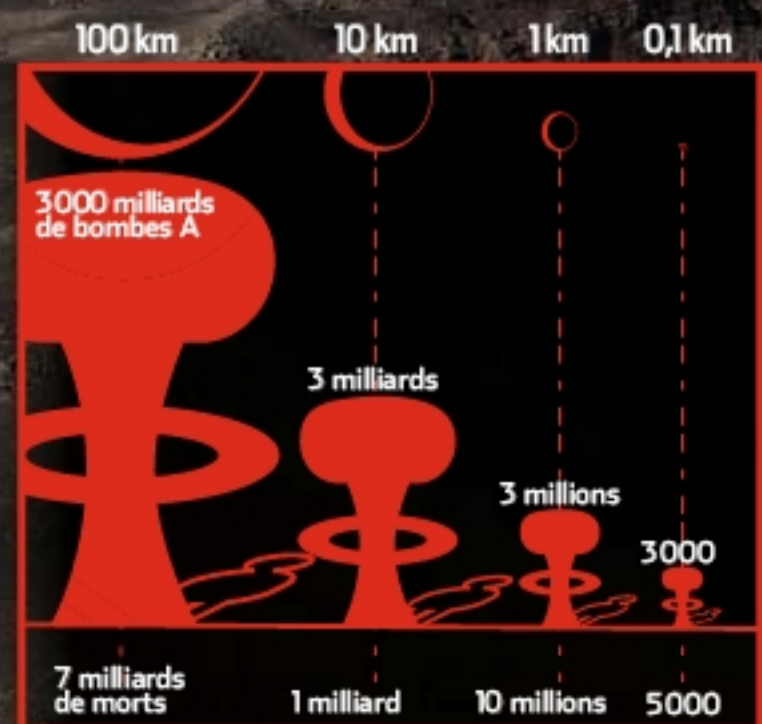
Au-dessus d'un kilomètre de diamètre, la violence du choc peut provoquer une vaporisation du matériau météoritique et du matériau impacté, qui libère dans l'atmosphère des gaz toxiques brûlants (oxydes d'azote, dioxyde de carbone) destructeurs de la couche d'ozone, générateurs d'effet de serre et de pluies acides. L'onde de choc crée un souffle puissant dans l'atmosphère, déclenchant tremblements de terre, tsunamis...

### Tout dépend de la taille

Si un "caillou cosmique" de 1,7 km de diamètre – identique à celui qui creusa le cratère du Ries, en Bavière, il y a 14 millions d'années, éradiquant instantanément toute forme de vie sur plus de 100 km à la ronde – venait à tomber sur Paris avec une vitesse de 72 000 km/h, l'énergie libérée par le choc serait de l'ordre de  $3,6 \cdot 10^5$  Mt, soit un peu moins d'une centaine de bombes A. Il se formerait un cratère de 24 km de diamètre. Paris et l'Ile-de-France seraient entièrement détruits. Lille, située à 200 km de Paris, serait ravagée par des incendies causés par les débris et le souffle brûlants

de l'impact, secouée par un tremblement de terre d'amplitude supérieure à 8 sur l'échelle de Richter, balayée par des vents violents de plus de 500 km/h, et recouverte d'une couche de plusieurs centimètres de débris. Les conséquences directes de l'impact se feraient ressentir à l'échelle de la France entière. Marseille, par exemple, serait atteinte par l'onde sismique trois à quatre minutes après l'impact et l'amplitude du séisme y atteindrait le degré 7 de l'échelle de Richter. La ville serait également recouverte de fines poussières provenant de l'éjectat. Les conséquences indirectes – sur les cultures agricoles et la température moyenne, en particulier – affecteraient l'ensemble du globe.

Monstre de 18 km, géant de 1,7 km... Quel est le risque que l'humanité périsse sous les coups d'un tueur venu du ciel? Heureusement, la fréquence d'impact diminue singulièrement avec la taille de la mauvaise rencontre. Lorsqu'un astéroïde de quelques dizaines de mètres de diamètre fonce sur la Terre, il se fragmente dans l'atmosphère. Ses débris retombent sur la Terre et le souffle de cette explosion ravage la région au-dessus de laquelle elle a eu lieu. C'est ce qui s'est passé en 1908 au-dessus de la Tougouska, région isolée de Sibérie où seule la forêt eut à souffrir. Ce type d'événement survient en moyenne tous les milliers d'années. Si le cœur de l'indélicat projectile est métallique, la fréquence de collision est beaucoup plus basse, soit une tous les 20 000 ans, car ce type d'astéroïde ne représente que 5% des géocroiseurs. Les dégâts sont en revanche plus sérieux. Ainsi, la chute d'un astéroïde ferreux de 40 m de diamètre a-t-elle creusé le Meteor Crater, en Arizona, d'un diamètre de 1,2 km. Dans le cas d'un astéroïde rocheux de 1,75 km de diamètre, on descend à une



## DES IMPACTS PHÉNOMÉNAUX

La puissance d'impact d'un astéroïde dépend de sa taille. Ainsi, pour un astéroïde rocheux de 10 km de diamètre, l'impact équivaldrait à 3 milliards de bombes Hiroshima et tuerait 1 milliard d'humains. La périodicité de la chute dépendant aussi de la taille, on sait qu'un objet de cette envergure ne tombe que tous les 120 millions d'années...

SOURCE : WWW.PURDUE.EDU/IMPACTEARTH



## Que peut-on faire pour l'éviter ?

Pour éviter une collision avec un objet massif, il faut dévier l'astéroïde, affirment les scientifiques. Si l'objet fait plus de 1 km de diamètre, "seule une technique nucléaire pourrait être efficace", indique Patrick Michel. L'énergie dégagée par l'explosion d'une ogive nucléaire à proximité de l'objet modifierait sa trajectoire. Le risque: la chute de fragments radioactifs sur Terre... Pour des corps de quelques centaines de mètres,

plusieurs solutions: si l'astéroïde est repéré dix ans au moins avant l'impact redouté, on peut creuser un cratère à sa surface en le bombardant. L'éjecta formé lors de l'impact modifiera sa trajectoire. Mais, nuance Patrick Michel, "il faut pouvoir, avec un projectile à haute vitesse (10 km/s) autoguidé, taper un astéroïde, un objet tout petit et de forme inconnue". Et la déviation provoquée par le choc dépend beaucoup de la structure interne de l'astéroïde. Or, on ne la connaît pas. Autre piste: dévier l'une des parties d'un astéroïde double pour modifier le mouvement de son menaçant compagnon. Enfin, les objets plus petits pourraient être déviés par un satellite artificiel envoyé à proximité. Un scénario dont la faisabilité est actuellement à l'étude dans le cadre du projet européen NEOShield.

◀ Le télescope du mont Lemmon (Arizona) est l'un des plus performants dans la détection d'astéroïdes géocroiseurs, c'est-à-dire proches de la Terre.

collision tous les 1 ou 2 millions d'années. Quant à un monstre de 18 km tel celui qui s'est abattu dans le Golfe du Mexique, y creusant le cratère de Chicxulub – de 180 km de diamètre – voici 65 millions d'années, le risque est extrêmement faible: un impact tous les 400 ou 500 millions d'années.

Reste qu'il ne s'agit jamais que d'estimations statistiques. Pour évaluer les risques d'impacts dans le proche avenir, les scientifiques ont entrepris, depuis une quinzaine d'années, de rechercher ces corps difficiles à détecter car petits et peu lumineux. L'idée: affiner, à chacune de leurs "visites" à proximité de notre planète, la trajectoire que suivront ces astéroïdes "baladeurs" ayant quitté leur région d'origine – le plus souvent, la ceinture principale d'astéroïdes, entre Mars et Jupiter – à l'issue d'une collision.

### Des trajectoires chaotiques

Au 27 septembre 2012, l'Agence spatiale américaine en a ainsi recensé pas moins de 9210. Parmi eux, 853 ont une taille excédant 1 km. L'inventaire exhaustif de ces objets a permis de montrer qu'"on ne court pas de risque à court terme", tient à rappeler l'astrophysicien Patrick Michel. Si la quasi-totalité des objets de cette taille, étiquetée comme seuil de catastrophe ultime, a désormais été découverte, et semble devoir nous épargner pour quelques décennies au moins, l'effort des astronomes ne s'arrête pas là. Les objets plus petits, mais plus nombreux, constituent aussi une menace sérieuse. "Le nouvel objectif est de faire l'inventaire des objets plus grands que 140 m, qui est le seuil de catastrophe régionale, c'est-à-dire à l'échelle d'un pays ou d'un continent. Il y en a plusieurs dizaines de milliers et l'objectif est d'atteindre 90% dans la prochaine décennie", détaille le chercheur. Lancé par la Nasa à la demande du Congrès américain,

le projet Catalina Sky Survey a déjà permis d'en découvrir des centaines. Mais en réaliser l'inventaire ne suffit pas, il faut connaître leur trajectoire. Or, de par leur faible masse, les astéroïdes ont un mouvement chaotique: la moindre perturbation gravitationnelle suffit à bouleverser leur orbite. Impossible de prédire leur trajectoire au-delà de quelques dizaines d'années. Pour la déterminer précisément, il faut donc multiplier les observations. Quitte à se faire de belles frayeurs. Ainsi le géocroiseur 99942 Apophis, d'un diamètre de l'ordre de 300 m, a vu monter sa probabilité d'impact jusqu'à 1/37 pour la date du 13 avril 2029, d'après les premières évaluations de sa trajectoire menées en décembre 2004. Une probabilité de collision unique depuis que l'on tient les astéroïdes sous surveillance. Des calculs ultérieurs ont cependant montré qu'Apophis passerait, en fait, à 42 000 km de la Terre. Et qu'il n'aurait qu'un risque sur 250 000 de heurter la Terre à la date du 13 avril 2036...

(1) <http://www.purdue.edu/impacearth>



# 2 milliards

C'est le nombre d'humains qui disparaîtraient, ainsi que 50% des espèces animales, si un astéroïde de 18 km de diamètre tombait sur Terre. Une ville de la taille de Paris, Londres ou Madrid serait pulvérisée.



# LA PANDÉMIE MONDIALE

*Le virus H5N1 l'a récemment rappelé : la population mondiale vit sous la menace de pandémies potentiellement dramatiques. Le pire ? Ce serait un virus aviaire mutant.*

ELSA DOREY



La peste noire, au XIV<sup>e</sup> siècle, décima 30 à 50 % des Européens. Soit environ 25 millions de victimes. En seulement trois cents ans, l'humanité a essuyé dix pandémies de grippes, dont les trois dernières, la grippe espagnole de 1918, la grippe de 1957 et la grippe de 1968, ont tué en tout entre 40 et 100 millions de personnes. Depuis le XVI<sup>e</sup> siècle, on dénombre en moyenne trois pandémies par siècle, suivant des intervalles allant de 10 à 50 ans. Autrement dit, le risque existe, statistiquement, d'une prochaine alerte. Dans un monde où bactéries et virus voyagent à la vitesse des avions de ligne, la menace pourrait prendre un tour catastrophique. Dans quelles proportions ? Nul ne le sait. Mais pour les professionnels de la santé publique, une pandémie sévère est inévitable.

L'inquiétude se porte en premier lieu sur une menace précise : la grippe. D'abord parce que le virus de la grippe est un ribovirus – un virus à molécules ARN. " Ces virus

mutent souvent, donc ils évoluent rapidement et passent ainsi plus facilement la barrière des espèces", souligne le professeur Jean-Claude Manuguerra, virologue, responsable de la Cellule d'intervention biologique d'urgence de l'Institut Pasteur. De fait, 75 % des maladies émergentes proviennent de réservoirs animaux. "Aujourd'hui, explique Sylvie Briand, directrice du Programme mondial de lutte contre la grippe à l'Organisation mondiale de la santé (OMS), les chercheurs se rendent compte que la transmission de l'animal à l'homme est un phénomène beaucoup plus fréquent qu'ils ne l'estimaient. "

Par ailleurs, si les virus ne sont pas tous égaux devant la pandémie – certains se transmettent par contact rapproché entre individus, par les moustiques, ou encore par l'eau et la nourriture, autant d'étapes qui ralentissent leur diffusion – les virus aériens comme ceux de la grippe voyagent sans entrave : "Les virus respiratoires se propagent vite et sont très difficile à contrôler. Ce →

## DES EXPÉRIENCES À HAUT RISQUE

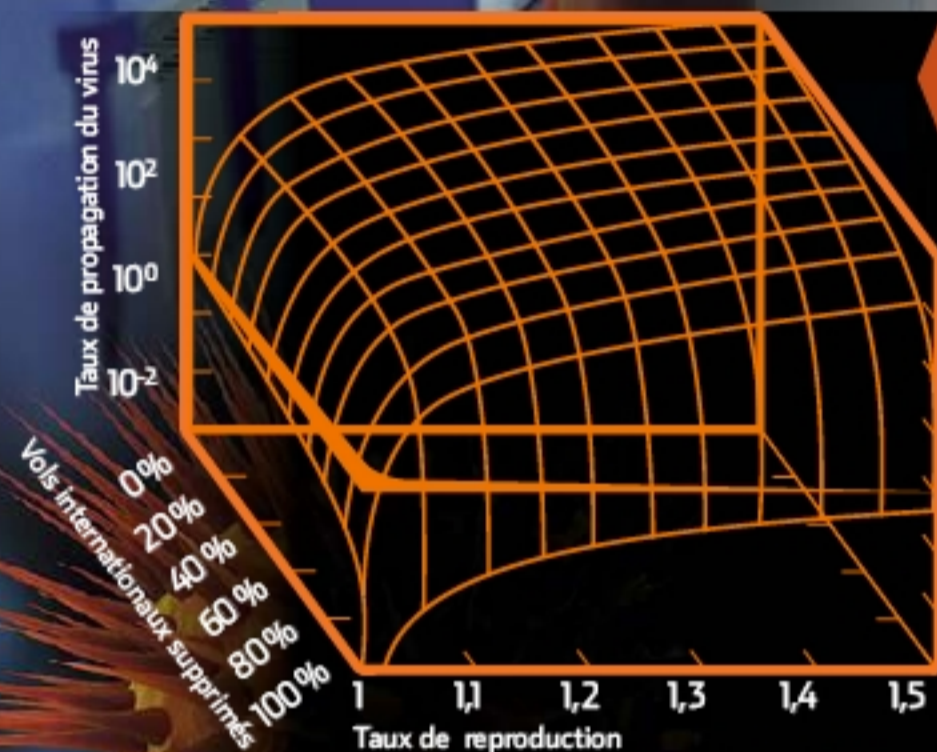
Pour tenter de comprendre si le virus aviaire A(H5N1) peut s'adapter à l'homme, des chercheurs l'ont modifié génétiquement et inoculé à des petits mammifères. Des manipulations effectuées dans un labo de haute sécurité, dit P4, qui suscitent néanmoins l'inquiétude en raison des risques de fuites...



## IMPOSSIBLE D'ARRÊTER UN VIRUS

Des modélisations ont établi qu'une pandémie peut facilement devenir mondiale. Ici, malgré les restrictions de vols internationaux, certains virus atteignent un taux de propagation (points de la grille) suffisant pour qu'une personne malade en affecte plusieurs autres.

SOURCE : WWW.PLOSONE.ORG



→ sont donc des candidats idéaux pour des flambées épidémiques”, juge Jean-Claude Manuguerra. La dernière, celle de la grippe A (H1N1), qui a duré environ 15 mois, a fait un peu plus de 18 000 victimes à travers le monde. Un bilan sévère, quoique inférieur aux prévisions des épidémiologistes car, en mutant pour s'adapter à l'humain, le virus a aussi affaibli sa virulence et sa contagiosité. Mais voilà qui souligne la difficulté à évaluer la nature de la prochaine pandémie globale : une simple crise ou un fléau dévastateur ?

“Nous connaissons très peu de virus par rapport à tous ceux qui existent”, rappelle Thierry Cardoso, responsable du Département de coordination des alertes et des régions à l'Institut national de veille sanitaire (INVS). Ainsi, une équipe coréenne a récemment découvert des milliers de virus circulant dans l'air, dont beaucoup sont inoffensifs mais inconnus des bases de données de virologie. L'équation est compliquée : “Le virus n'est qu'une pièce du puzzle, assure Sylvie Briand. Pendant la pandémie de grippe A (H5N1) de 2009, on s'est rendu compte qu'un même virus pouvait avoir des effets très différents selon les régions du monde et l'état de santé des personnes infectées.” Sachant, comme le rappelle le

professeur Hervé Fleury, virologue à l'hôpital Pellegrin de Bordeaux, que “la grippe A [famille des virus grippaux à l'origine des pandémies] rassemble au moins 16 sous-types de virus. La plupart ont été identifiés chez des oiseaux. Et nous ne sommes pas prêts à vacciner contre tous !”

### “Le scénario de l'horreur absolue”

C'est en tout cas parmi ces virus que se trouve la menace a priori la plus inquiétante. “Le virus de la grippe A(H5N1) est un virus aviaire extrêmement dangereux, mais qui contamine rarement l'homme car il n'arrive pas à s'accrocher à l'arbre respiratoire supérieur, le rhinopharynx, explique Hervé Fleury. Mais une simple recombinaison entre un virus A humain et un virus A(H5N1) aviaire rendrait dès lors la catastrophe possible.” Or, au début de l'année, dans des laboratoires P4 – de très haute sécurité –, des chercheurs hollandais et japonais ont modifié génétiquement ce ribovirus pour qu'il soit transmissible à des furets. Bien que très encadrés, ces travaux ont été critiqués pour leur dangerosité en cas de fuite du virus. “Ces équipes ont tenté de comprendre si le virus avait vraiment la capacité de s'adapter à l'homme. Pour vérifier que l'argent dépensé dans la prévention

d'une pandémie n'étaient pas jeté par les fenêtres”, justifie Jean-Claude Manuguerra.

Dans les faits, si une pandémie de grippe version A H5N1 se produisait, “ce serait le scénario de l'horreur absolue, affirme Hervé Fleury. Comme lors de la pandémie de grippe A (H1N1) de 2009, la mise en alerte serait très rapide, mais vous auriez 50 millions de morts en 3 mois !” Car cette version du virus a en effet un taux de mortalité particulièrement élevé : plus de 50 % des quelque 350 cas de contamination humaine recensés dans le monde se sont conclus par la mort des personnes infectées. Paradoxalement, une mortalité trop élevée peut aussi ralentir la pandémie. “Plus une maladie tue, moins elle se propage rapidement, car la réaction des gens change. Ils se déplacent peu et la diffusent donc moins, rappelle Sylvie Briand. L'ampleur de la catastrophe dépend aussi de la vigilance des autorités de santé. Mais l'identification du “coupable” est de plus en plus rapide avec les moyens d'analyse actuels : “Il a fallu plus de deux ans pour identifier le virus associé à la maladie du sida, moins d'un mois pour découvrir le coronavirus (responsable d'affections respiratoires) du SRAS en 2003 ; aujourd'hui, quelques jours suffisent”, explique Jean-Claude Manuguerra. Mais il faut tout de même compter trois mois pour qu'un vaccin soit élaboré.

Qu'en serait-il si un virus tel que le A (H5N1) circulait en dehors des laboratoires, et se propageait sur plusieurs continents ? D'intenses efforts de modélisation croisant données épidémiologiques, démographiques et statistiques des transports



## Que peut-on faire pour l'éviter ?

Au départ d'une pandémie, il faut au plus vite identifier les premiers cas et l'agent pathogène. Le Règlement sanitaire international (RSI) impose à chaque pays touché de déclarer tout cas anormal dans les 24 heures. L'OMS détermine alors, à l'aide d'experts internationaux, des recommandations sanitaires. La mise en quarantaine s'avère généralement inefficace : le virus est déjà propagé car certaines

personnes portent le pathogène et sont contagieuses sans présenter de symptômes. La fermeture des écoles est utile contre les maladies respiratoires, qui se transmettent davantage en milieu confiné. La meilleure arme reste le vaccin. Mais une pandémie amenant fatalement une surcharge des hôpitaux, seuls les patients les plus touchés sont pris en charge. Pour limiter l'encombrement des services de soins, des antiviraux peuvent être envoyés par la poste (c'est le cas en Angleterre). En France, des réservistes issus du domaine de la santé — retraités, étudiants, professionnels en activité —, prennent le relais en cas de pénurie de personnel de santé, population la plus exposée, donc la plus malade lors d'une pandémie...

◀ En cas de pandémie, la meilleure arme reste encore le vaccin. Ici, la campagne de vaccination contre la grippe A(H1N1) en 2009-2010.



internationaux tentent de répondre à cette question. Leur capacité à prévoir la dynamique des pandémies dépendra notamment de l'aptitude des scientifiques à déterminer l'origine des nouveaux virus.

Sur ce point, l'idée essentielle est que l'émergence des virus résulte de perturbations d'équilibres des écosystèmes. En première ligne, la déforestation : "La forêt est un grand réservoir de biodiversité, explique le professeur Fleury, elle regorge de virus inconnus." Selon un rapport d'information de la sénatrice Fabienne Keller paru en juillet dernier sur les nouvelles menaces des maladies infectieuses émergentes, contre toute attente, le réchauffement climatique n'est pas classé parmi les facteurs déterminants de l'apparition des virus. Tout au plus favorise-t-il l'implantation, dans de nouveaux milieux, de vecteurs de pathogènes comme le moustique-tigre asiatique, à l'origine, chez nous, des premiers cas autochtones de chikungunya et de dengue, ces virus ayant un potentiel épidémique cependant assez faible.

Quel que soit le virus par lequel viendra la prochaine pandémie, comment l'humanité du XXI<sup>e</sup> siècle va-t-elle lui résister ? Là encore, la réponse est complexe. D'un côté, la promiscuité urbaine – 50 % des humains habitent aujourd'hui en ville – favorise la propagation des organismes pathogènes. De l'autre, les populations des villes ont souvent un bien meilleurs accès aux systèmes de soin (vaccination, antiviraux, antibiotiques...) et à l'eau potable, qui favorise l'hygiène, premier rempart contre virus et bactéries.

Cependant il faut s'attendre, en cas de pandémie globale, à de grosses migrations : les populations passeront les frontières pour échapper aux foyers infectieux... ou pour trouver des traitements ailleurs. Une situation que les institutions de santé mondiales envisagent. "Un scénario catastrophe peut se produire, reconnaît Sylvie Briand, mais il faut se préparer à l'affronter. Ce n'est pas parce qu'une pandémie n'est pas arrivée depuis 40 ans qu'il n'y a plus de danger." Et si le pire advenait – une pandémie impossible à endiguer – il resterait toujours un espoir : "Même une pandémie extrêmement sévère ne peut entraîner la fin de l'humanité, explique Jean-Claude Manuguerra. La diversité des systèmes immunitaires de chacun est telle qu'il y a toujours au moins 1 % de la population qui résiste naturellement à une infection." Un pour cent de l'humanité : un chiffre qu'il est difficile de trouver très rassurant...



# 50 millions

de morts en seulement trois mois, c'est le nombre de victimes que pourrait causer un virus de grippe issu de la recombinaison entre un virus humain contagieux et un virus aviaire mortel.

QUELLE FIN DU MONDE ?



# LA GRANDE PANNÉ INFORMATIQUE

*Alors que l'informatique régit tous les réseaux vitaux de nos sociétés, la menace d'un bug global est prise très au sérieux. Plus qu'une révolte des robots qui échapperaient au contrôle.*

GABRIEL SIMÉON



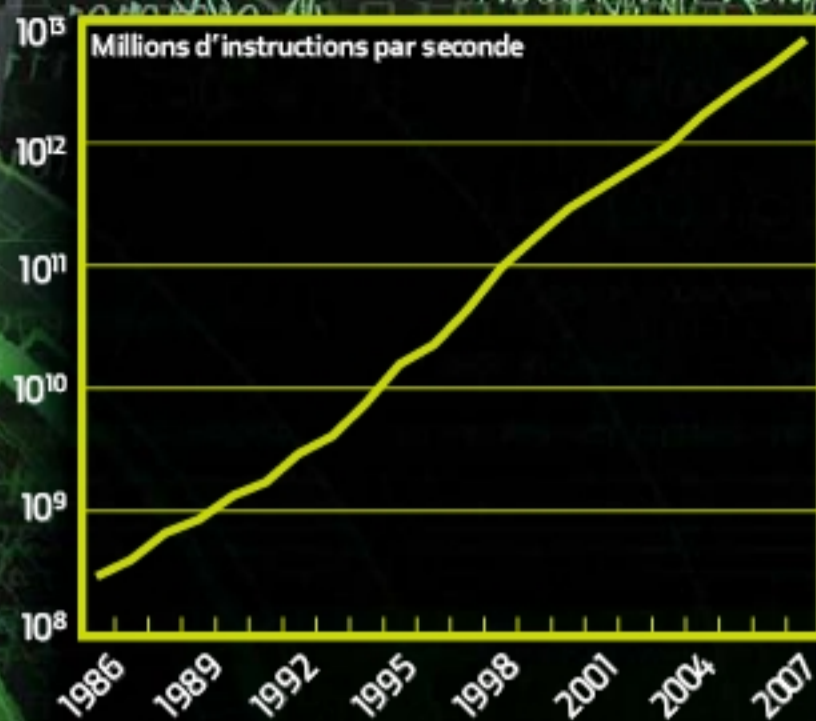
```
IDEAL
MODEL SMALL
STACK 100h
DASEG
HW DB "Danger"
CODESEG
Begin
MOV AX, @data
MOV DS, AX
MOV DX, OFFSET HW
MOV AH, 09h
INT 21h
END Begin

MOV AX, 4C00h
INT 21h
END
```

**E**lectricité, eau potable, télécommunications, hydrocarbures, flux financiers, produits de première nécessité... Tels sont les piliers de notre monde moderne. Des piliers bien plus fragiles qu'ils n'en ont l'air. Au Forum économique mondial, cette année, 469 experts ont placé parmi les périls les plus dévastateurs, dans leur rapport annuel sur les risques globaux, la défaillance généralisée des grands réseaux vitaux. D'où viendrait pareille perte de contrôle? Selon les experts, un "bug", une infection par un virus ou un dysfonctionnement non prévu pourrait

se propager dans le réseau et entraîner la paralysie de secteurs entiers.  
*"Le risque est que les programmes deviennent tellement complexes que nous soyons incapables de prévoir s'ils fonctionneront bien comme nous l'aurons prévu, explique Arab Ali Cherif, directeur du laboratoire d'informatique avancée de Saint-Denis (université Paris-VIII). Nous sommes en train de tout confier aux machines, et si toutes s'arrêtent soudain de fonctionner, nous serons forcément menacés. Il y a une chance sur deux pour qu'un dysfonctionnement de masse se produise dans les* →

QUELLE FIN DU MONDE ?



## UNE PUISSANCE DE CALCUL EFFRÉNÉE

Nos sociétés dépendent de plus en plus des machines. La puissance théorique cumulée de tous les ordinateurs utilisés dans le monde, multipliée par 100 000 en vingt ans, augmente de façon exponentielle et ne semble pas près d'atteindre ses limites.

SOURCE : SCIENCE, AVRIL 2011

## UNE SURCONCENTRATION DES SERVEURS

Les ordinateurs sont interconnectés par centaines dans des "grappes de serveurs". Des réseaux plus puissants... mais aussi fragilisés : qu'une machine fasse défaut et c'est le système entier qui risque de flancher.

→ cinquante prochaines années." Songez : le pompage et le traitement de l'eau du robinet, du pétrole et du gaz nécessitent de l'électricité ; tandis que le contrôle des flux électriques requiert des moyens de télécommunications, lesquels réclament, en retour, de l'énergie électrique. Et ainsi de suite. Résultat : qu'un programme, en charge du fonctionnement de l'un de ces réseaux, fasse défaut et les autres aussi seront susceptibles de flancher.

Et ce scénario se révèle d'autant plus préoccupant que ce qui nous apparaîtrait comme un dysfonctionnement catastrophique pourrait, en réalité, résulter d'un fonctionnement "optimal" des machines. Dans un court essai publié en 2010 par le Singularity Institute, une organisation non lucrative fondée en 2000 pour sensibiliser autour des menaces et des opportunités de l'émergence d'une intelligence artificielle, huit experts affirment que la menace la

plus réaliste venant de l'informatique est la suivante : l'homme confie la gestion complète des systèmes de production et de distribution d'énergie à des programmes qui décident, alors, de distribuer les ressources indépendamment des priorités humaines, en toute indifférence. "De la même manière que l'homme détruit des vieux bâtiments jugés inutiles pour en construire de nouveaux, une intelligence artificielle pourrait nous estimer inutiles et détruire notre civilisation sans explicitement vouloir 'nous faire la peau'", juge ainsi Michael Anissimov, du Singularity Institute.

### Des machines toujours plus autonomes

Certes, l'autonomie accordée aux machines n'en est pas là. Mais elle en prend bel et bien le chemin. Des réseaux intelligents ou visant à optimiser et automatiser les flux d'électricité entre fournisseurs et consommateurs commencent par exemple à apparaître – en

France, le compteur électrique communicant Linky sera une première étape.

Côté militaire, l'idée circule que des machines, dotées de capacités hyper-étendues, finissent par se retourner contre nous... arme au poing. "Complètement stupide !", oppose-t-on au Réseau européen de recherche en robotique (Euron), qui regroupe plus de 230 spécialistes des robots. "La menace n'est pas du côté des robots tueurs. On peut programmer une machine pour la rendre dévastatrice, mais l'envie de tuer reste humaine, renchérit Hugues Bersini, directeur du laboratoire d'intelligence artificielle de l'université libre de Bruxelles. Tout est dans l'intention : en l'état actuel de nos réalisations, j'imagine mal l'informatique et la robotique nous nuire de manière consciente."

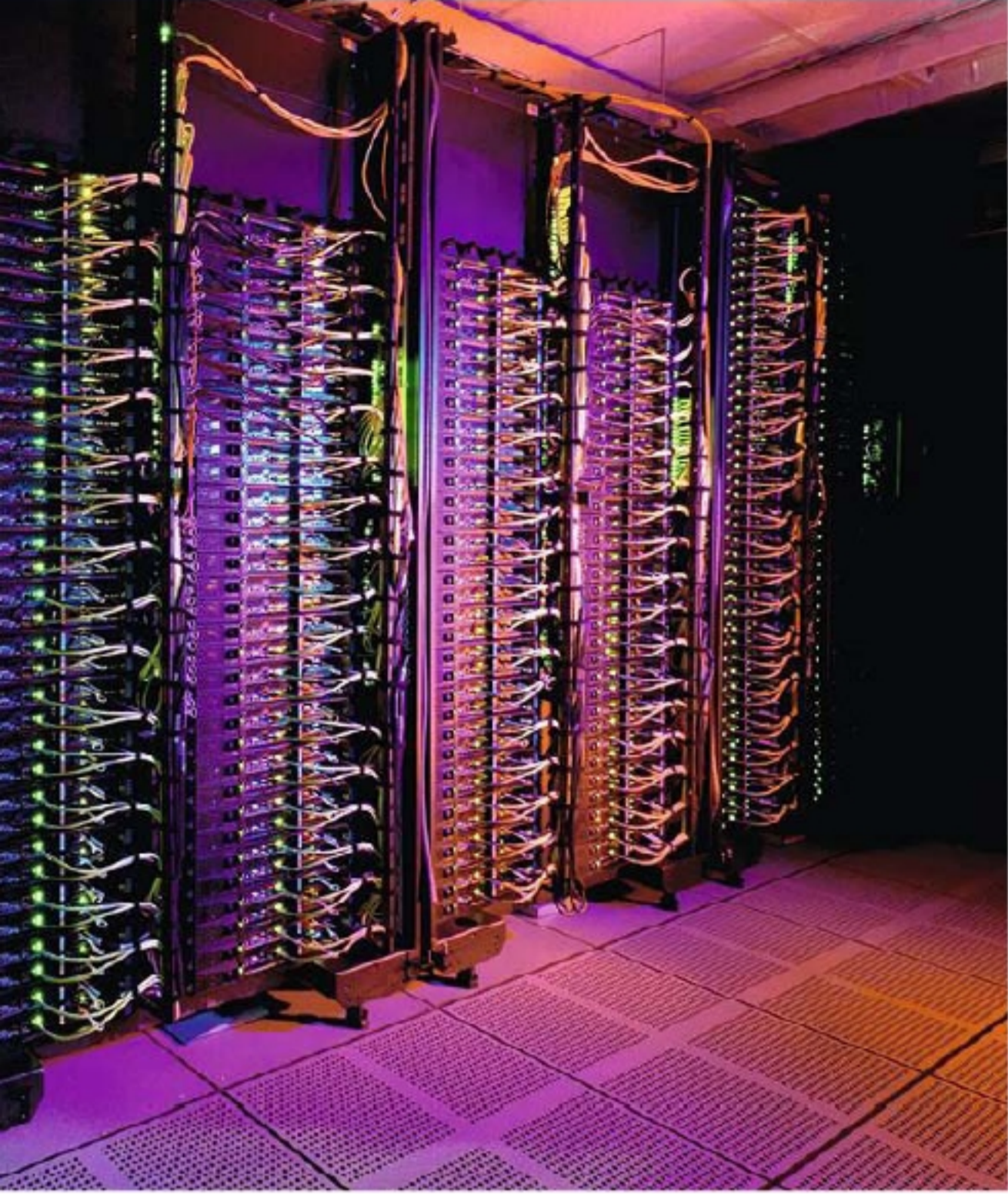
Vernor Vinge, écrivain de science-fiction américain célèbre pour avoir énoncé le concept de singularité, cet instant du futur où les machines deviennent plus intelligentes que les humains et inventent elles-mêmes de nouvelles technologies, rejoint cet avis : "Le plus grand risque lié à l'intelligence artificielle serait une course à l'armement entre les nations." Et cette course à l'armement des machines a, dans les faits, déjà commencé : depuis le début des années 2000, les Etats-Unis et Israël investissent massivement dans les drones



## 1 milliard de milliards

C'est le nombre d'opérations par seconde que devraient effectuer les supercalculateurs, aujourd'hui 1 000 fois moins puissants, d'ici à 2020. Soit l'équivalent de la puissance de calcul du cerveau humain...





## Que peut-on faire pour l'éviter ?

Elaborer des programmes surveillant les erreurs dans d'autres programmes. Conserver des possibilités d'arrêt "manuel" prioritaire sur les décisions de la machine. Telles sont les deux parades évidentes contre la perte de contrôle des systèmes informatiques complexes. Plus fondamentalement, en imaginant de futures machines proches de l'intelligence humaine, une éthique des robots se dessine depuis les "Trois lois de la robotique" énoncées par l'écrivain et scientifique Isaac Asimov. D'autres chartes ont été émises depuis, par le roboticien anglais Mark Tilden en 1994, l'Association japonaise des robots en 2001 et la Corée du Sud en 2007.

Au Singularity Institute, organisme de réflexion sur l'intelligence artificielle, ces travaux ne convainquent pas : *"Les valeurs morales de la civilisation humaine évoluent avec le temps. Une intelligence artificielle programmée avec les valeurs de 1800 serait aujourd'hui en train de se battre pour rétablir l'esclavage."* Mieux vaudrait, pour cimenter leur bienveillance, apprendre aux machines à raisonner comme nous, en les laissant nous comprendre, nous poser des questions ou lire directement dans nos cerveaux. Face aux situations d'urgence, l'informaticien Roman Yampolskiy, de l'université de Louisville (Etats-Unis), propose même de créer des "prisons virtuelles" pour programmes malveillants.

▼ Alors que des robots militaires existent déjà, le défi est de mettre au point des programmes qui inculqueraient des valeurs morales aux machines.

aériens – dont ils dominent à 75 % le marché. L'armée américaine, qui possède aujourd'hui plus de 7000 appareils pilotés à distance par un humain, dont quelques centaines avec capacité de tir, testera l'an prochain un drone autonome armé – le X-47B – capable d'atterrir sans intervention de l'homme.

### Éliminés par un super-ordinateur ?

*"La menace peut exister de voir les machines mener leur propre guerre, estime pour sa part Arab Ali Cherif, mais pas avant un demi-siècle, voire un siècle."* A en croire les chercheurs du Singularity Institute, cela ressemblerait alors moins à une rébellion de robots prenant soudain conscience d'être exploités qu'à un super-ordinateur raisonnant de manière logique et arrivant à la conclusion qu'il a plus à gagner à tenter de nous détruire qu'à continuer à coopérer – pour garantir son accès à l'énergie ou éliminer le risque d'être un jour débranché, et cela afin d'assurer ses objectifs propres plus que sa survie. Comment agirait-il ? *"Même sans disposer d'usines pour fabriquer des robots, il pourrait devenir extrêmement puissant rien qu'en accumulant énormément d'argent, ou en faisant preuve de charisme ou d'intimidation pour nous manipuler, imagine Michael Anissimov. Il pourrait même se faire passer pour un humain..."*



# LA CATASTROP CLIMATIQUE

*L'histoire de la Terre le prouve : son sort est lié au climat qui y règne. Or, le réchauffement actuel s'apparente à un cas d'école... en accéléré. Au risque d'une dévastation globale.*

MORGANE KERGOAT



# HE

L'histoire de notre planète en témoigne: son sort est intimement lié au climat qui y règne. Qu'il évolue dans un sens ou dans un autre, et des mondes se font ou se défont à la surface de la Terre. Si l'humanité a prospéré, c'est d'ailleurs grâce à la longue période de tranquillité du climat terrestre, commencée il y a 10 000 ans environ. A cette époque, le climat mondial est entré dans une phase interglaciaire. Les glaciers qui recouvraient d'immenses étendues (le Canada et une partie des Etats-Unis, notamment, étaient enfouis sous des centaines de mètres de glace) se sont mis à reculer. Des terres sont revenues à la vie.

Cette phase interglaciaire n'est pas la première. Au cours du dernier million d'années, notre planète a été régulièrement recouverte de gigantesques glaciers, lors de périodes froides s'étalant sur quatre-vingt mille à cent mille ans. Cependant, de brefs épisodes plus chauds, durant dix mille à quinze mille ans, ont ponctué cette longue succession de climats glaciaux. L'épisode que nous connaissons aujourd'hui est, pour l'espèce humaine, une bénédiction: ses températures clémentes ont contribué à l'essor des civilisations. Mais il pourrait aussi se transformer en cauchemar...

Pour comprendre, il faut savoir que durant ce dernier million d'années, seuls deux épisodes interglaciaires – il y a 130 000 et 400 000 ans environ – ont enregistré des températures supérieures à celles d'aujourd'hui. Le niveau des mers était plus élevé de 5 mètres. Il y a environ 5 millions d'années, il était de 15 mètres plus haut. La température d'alors? Seuls deux petits degrés de plus qu'aujourd'hui. Autrement dit, quelques degrés d'écart... et la face de la Terre est radicalement changée.

### **La fin des grands équilibres terrestres**

Or, c'est aujourd'hui une certitude: le climat global se réchauffe. Surtout, contrairement aux périodes de réchauffement précédentes, le changement, provoqué par l'activité humaine depuis la révolution industrielle, se fait à une vitesse inouïe. Et avec une amplitude jamais connue par la planète! Conséquences attendues? Des forêts transformées en déserts, des toundras en jungles, des côtes – et les mégapoles qui s'y sont développées – noyées par la montée des eaux, des zones agricoles rayées de la carte, des →



# 1 million

C'est le nombre de personnes, en France, particulièrement vulnérables aux impacts directs du réchauffement : canicules, vagues de froid, inondations, tempêtes, etc.

→ écosystèmes sens dessus dessous, entre espèces migratoires désorientées et périodes de reproduction renversées... Non pas la fin définitive du monde, mais la fin des grands équilibres de la planète, tels que l'humanité les connaît depuis 10000 ans.

### Jusqu'à 5,4 °C de plus d'ici à 2100

Sur les 40 scénarios étudiés en 2007 par le Giec, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat créé par l'ONU, le plus radical aboutit à une augmentation de près de 4 °C à 5,4 °C d'ici à 2100. Ce scénario se base sur une population mondiale en rapide augmentation (plus de 11 milliards d'habitants en 2050, 15 milliards en 2100), une croissance économique inégale selon les régions, un maintien des technologies gourmandes en énergie et un recours persistant aux combustibles fossiles. La majorité des climatologues estime cependant plus crédibles des scénarios moins pessimistes. La

probabilité d'une hausse de plus de 4,5 °C, comme ce scénario et quelques autres l'envisagent, serait inférieure à 10 %.

Mais à considérer les effets de quelques degrés de plus sur le globe dans le passé lointain, ce chiffre, peu impressionnant en apparence, inquiète. Reste à savoir comment, et à quelle vitesse, le réchauffement en cours depuis le XIX<sup>e</sup> siècle va transformer la planète. Fonte des banquises, circulation des courants océaniques, rôle des masses nuageuses... Autant de facteurs qui peuvent, selon les cas, se renforcer ou s'annuler, et changer d'effets au fil du temps. Seul indice, pour l'heure: "La glace polaire arctique fond plus vite que le réchauffement actuellement constaté ne le laissait supposer, sans que l'on sache pourquoi, relève Hubert Gallée, spécialiste des modèles climatiques du Groenland. Nous serons très bientôt dans une situation que le dernier rapport du Giec ne prévoyait que pour... 2050." Quarante

## UNE FONTE DES GLACES TROP RAPIDE

Principal indice de l'imprévisibilité du réchauffement actuel : la glace polaire arctique fond bien plus vite que ce qu'anticipaient les modèles (à dr., un iceberg à la dérive).

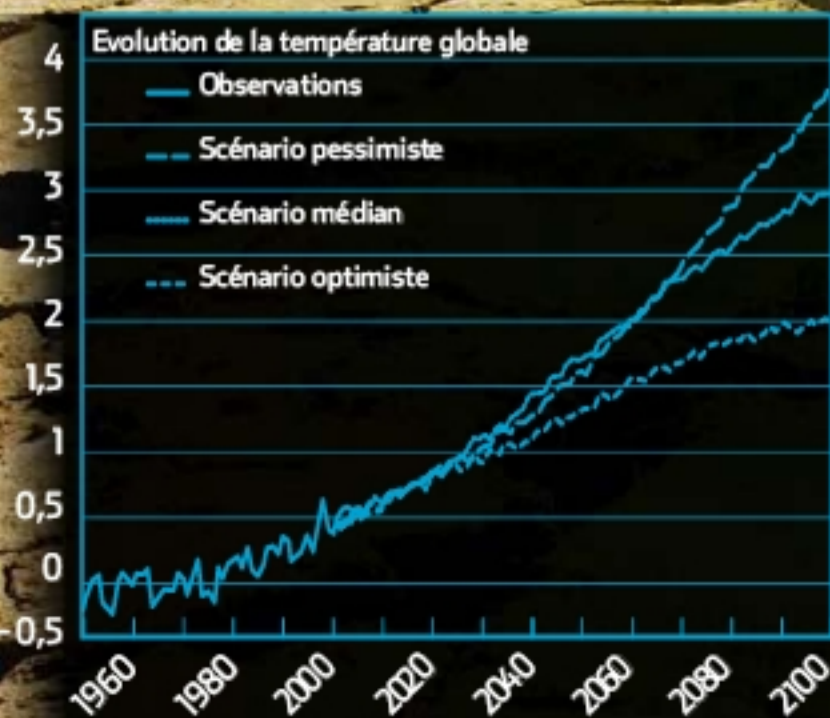
ans d'avance: de toute évidence, dans les rouages complexes du climat global, quelque chose échappe aux experts...

Reste une certitude: les émissions humaines de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le principal gaz à effet de serre, n'ont cessé d'augmenter, malgré les alertes du Giec depuis près de vingt ans. Et il n'y a pas que le CO<sub>2</sub>. Le méthane (CH<sub>4</sub>) est le second gaz à effet de serre d'origine anthropique. Il est produit par des bactéries qui peuplent la panse des ruminants et les rizières, également responsables de la décomposition des ordures ménagères dans les décharges. Il est aussi dégagé du sous-sol par l'industrie pétrolière et gazière et les mines de charbon.

### Le risque d'un dégazage massif

Au total, en trois siècles, le méthane a doublé sa concentration dans l'atmosphère et représente désormais près de 15 % de l'effet de serre d'origine humaine, selon le Giec. Et ce chiffre pourrait encore doubler... "Une grande partie des terres du Grand Nord est gelée et va dégeler suite au réchauffement global. De grandes quantités de méthane risquent alors d'être libérées", explique Hubert Gallée. En effet, dans cette région polaire, le pergélisol – ces sols gelés en permanence au moins deux années de suite – est gorgé d'hydrates de méthane.

Ce n'est pas tout! Cette fonte pourrait augmenter les émissions de méthane via un deuxième processus. Certains terrains gelés contiennent des dépôts de matière organique et des bactéries anaérobies (les ingrédients nécessaires à la production de méthane) qui reprendront leur activité en cas de dégel. Ces tourbières renaissantes



## UN RÉCHAUFFEMENT INÉLUCTABLE

Les différents scénarios de l'évolution du climat étudiés en 2007 par le Giec concluent tous à une hausse continue de la température globale, d'au moins 2 °C d'ici à 2100. Le plus pessimiste envisage quant à lui une augmentation de plus de 4 °C.

SOURCE: GIEC, 2007



émettront donc à nouveau du méthane. Selon David Archer, géophysicien de l'université de Chicago, si un cinquième de la tourbe était transformé en méthane durant le siècle à venir, ces émissions pourraient atteindre le même ordre de grandeur que celles du dégazage du Grand Nord.

La situation inquiète d'autant plus que le méthane est un gaz à effet de serre 23 fois plus puissant que le CO<sub>2</sub>. La fonte du pergélisol contribuera au réchauffement climatique... qui accélérera la fonte. Or, ce relargage naturel de méthane n'est pas pris en compte par le Giec. *"Nous cherchons à estimer l'importance de ce risque. Mais à quelle vitesse le sol va-t-il dégeler et le dégazage aura-t-il lieu, on ne le sait pas"*, précise Hubert Gallée. Seul point positif, le méthane ne vit pas plus de douze ans dans l'atmosphère. Même si un dégazage rapide provoquait un effet de serre très important, la situation pourrait être rétablie en quelques décennies. Comment? En misant sur la réduction des émissions, avant tout. Mais aussi sur la géo-ingénierie (voir encadré).

En attendant, la courte fenêtre qu'ouvrent les scénarios des climatologues sur les décennies à venir est terriblement préoccupante. Comme le souligne Valérie Masson-Delmotte, paléoclimatologue de l'Institut Pierre-Simon Laplace, *"déjà 4 °C en cent ans, au regard des données paléoclimatiques, c'est un changement brutal, qui peut être très coûteux en termes humains"*.

A cette seule échéance, qu'il soit de 4,5 ou de 5,4 °C, le réchauffement en cours a en effet tous les risques de mettre en danger un nombre considérable de vies. Car, comme l'explique Jean-François Toussaint,

médecin membre du groupe Adaptation et prospective du Haut Conseil de la santé publique, pour la vie humaine, il existe un optimum thermique autour de 20-25 °C: *"Chaque décalage vers des températures beaucoup plus chaudes ou froides touche les personnes les plus vulnérables: les insuffisants cardiaques, rénaux et respiratoires, et les personnes très âgées."* On l'a vu à l'été 2003 avec la canicule et ses 15 000 morts en France, 35 000 en Europe. La courte vague de froid de février 2012 a quant à elle causé 6 000 décès. Plus d'un million de Français seraient particulièrement vulnérables aux impacts directs du réchauffement. Ce qui, extrapolé au monde entier, donnerait une centaine de millions de victimes.

En outre, si la tempête Xynthia de l'hiver 2010 a tué 59 personnes, dont la plupart étaient des personnes âgées, c'est parce que *"leur insuffisance de mobilité les rend également plus vulnérables aux événements climatiques extrêmes: elles ne peuvent pas courir se mettre à l'abri"*, explique Jean-François Toussaint. Or, ces phénomènes extrêmes devraient s'accroître. Sans que les personnes touchées puissent, faute de lieu de repli ou de moyens matériels, se protéger.

### **De plus en plus de réfugiés climatiques**

En clair: le bouleversement climatique fera de nombreuses victimes. A commencer par les "réfugiés climatiques", contraints de quitter leur terre et leur mode de vie. A cause de la montée du niveau de la mer, des populations de pêcheurs des îles du Pacifique Sud se retrouvent déjà obligées de s'installer sur une terre qu'elles ne savent pas cultiver ou sont poussées vers le bidonville le plus proche. A en croire le rapport de 2011 "Démographie, climat et alimentation mondiale" de l'Académie des sciences, la montée des eaux ajoutée à la destruction des sols fertiles (par érosion, désertification, etc.) pousserait environ 150 millions de personnes à migrer à l'horizon 2100.

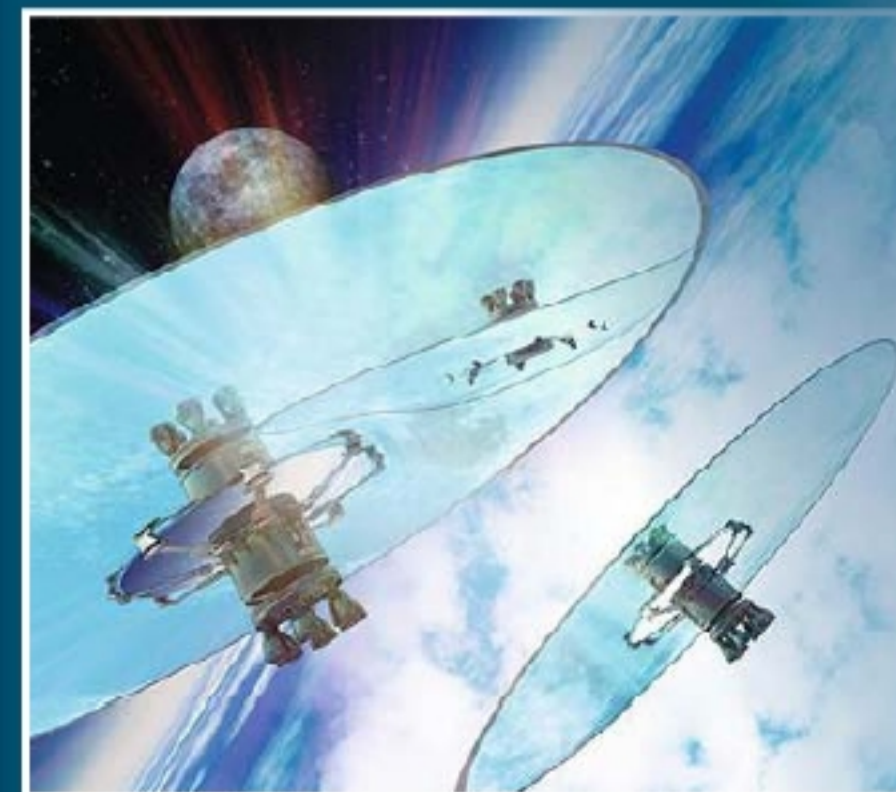
Pour la première fois, l'homme a agi sur le climat global, et les bouleversements qu'il a induits le menacent. Pour la première fois, il va devoir s'adapter rapidement à un climat en perpétuelle modification. *"On a aujourd'hui une chance historique de prendre une décision qui va promouvoir le bien de l'humanité. Le climat est un problème mondial: il va falloir faire confiance au voisin"*, philosophe Hubert Gallée. Nul doute que le défi est redoutable...

## **Que peut-on faire pour l'éviter ?**

Un miracle climatique n'est pas à espérer: la prochaine entrée en glaciation qui pourrait éventuellement venir compenser le réchauffement n'est pas prévue avant 30 000 ans. *"Et plus on rejette de gaz à effet de serre, plus on la retarde"*, explique la paléoclimatologue Valérie Masson-Delmotte. Pour limiter le réchauffement à 2 °C, il faudrait, selon certaines estimations, capturer 20 milliards de tonnes (Gt) de CO<sub>2</sub> et les stocker sous terre.

Pour l'heure, capture et stockage en sont, au mieux, au stade expérimental. Et chaque année, 3 Gt rejoignent l'atmosphère. Aussi, d'autres chercheurs voudraient manipuler le climat lui-même, par le biais de la géo-ingénierie: installation de milliards de réflecteurs solaires en orbite ou d'aérosols réfléchissants dans l'atmosphère; injection de glace artificielle aux pôles; dopage du zooplancton dans l'océan... Les idées ne manquent pas. Et les gains espérés varient: d'une quinzaine de pour-cent de réduction de la quantité de CO<sub>2</sub> pour le dopage du plancton à quelques degrés de moins à la surface de la Terre pour les aérosols... Mais gare à l'effet boomerang si la parade retenue venait à ne plus faire effet.

▼ Des réflecteurs solaires en orbite: c'est l'une des pistes étudiées pour lutter contre le réchauffement.





# LA GUERRE NUCLEAIRE

Depuis Hiroshima, le monde vit dans la hantise d'un conflit atomique. Non sans raisons : outre les dégâts immédiats, les effets impacteraient le climat mondial.

FRANÇOIS LASSAGNE



La guerre froide a beau s'être achevée avec la destruction du mur de Berlin en 1989, la terrible menace dont elle était la version ultime n'en a pas pour autant disparu. Le spectre d'une guerre nucléaire plane toujours. Y compris dans la tête des experts mondiaux des questions de sécurité nationale. Pour preuve: en 2005, le sénateur américain Richard Lugar conduisait une enquête auprès de 79 d'entre eux. A la question "Quelle est la probabilité qu'une attaque nucléaire ait lieu quelque part dans le monde dans les dix ans qui viennent?", la moyenne des réponses fut de 29,2 % de risques. Plus d'une sur quatre!

Avis d'experts, qu'aucune analyse statistique ne peut confirmer ou infirmer définitivement "faute" d'expérience suffisante. Statistiquement, à s'en tenir aux deux bombes nucléaires lâchées sur le Japon à la fin de la Seconde Guerre mondiale, l'humanité fait exploser une bombe nucléaire tous les trente ans. Mais cela n'a, évidemment, guère de sens. Au moins peut-on accorder aux experts interrogés leur connaissance du fonctionnement des bombes nucléaires, des

doctrines et lois censées encadrer leur usage, et des réalités militaires. De ce savoir, il ressort que le risque ne porte pas tant sur la fiabilité des bombes que sur la capacité des hommes à ne pas s'en servir. La dissuasion nucléaire repose sur l'idée qu'aucun protagoniste disposant d'un arsenal atomique n'en attaquera un autre, car celui-ci aurait le temps de répliquer. L'attaque et la riposte détruiraient alors aussi bien l'attaquant que le défenseur. En cas de conflit, la résolution ne peut donc être que diplomatique.

Mais ce système est d'autant plus faillible qu'aujourd'hui l'arme nucléaire n'est plus réservée aux deux grandes puissances de l'immédiat après-guerre. Le Royaume-Uni (en 1952), la France (en 1960) et la Chine (en 1964) se sont officiellement dotés de la bombe. Et depuis la fin des années 1990, l'Inde et le Pakistan, nouveaux rivaux notoires, comptent chacun quelques dizaines de têtes nucléaires. Israël, sans le reconnaître, est également réputé détenir la bombe depuis le début des années 1980. Tandis que la Corée du Nord a procédé à des essais à partir du début des années 2000. Sans →

→ oublier que, le 8 juin 2011, l'Iran annonçait vouloir multiplier par trois sa capacité d'enrichissement de l'uranium à 20 % de pureté. Une première étape vers la bombe nucléaire qui inquiète à mesure que l'Iran tient une place grandissante dans l'équilibre diplomatique du Proche et du Moyen-Orient.

Les états-majors des pays armés de bombes nucléaires, Etats-Unis et Russie en tête (avec 95 % des quelque 20000 têtes nucléaires de l'arsenal mondial), se surveillent donc mutuellement, avec chacun le doigt sur la détente, au cas où... "Les Etats-Unis ont plus de 400 missiles, sur terre, prêts à être lancés. Le protocole de lancement ne prend que deux minutes, rappelle Bruce Blair, ancien officier de contrôle des missiles nucléaires à l'U.S. Air Force, aujourd'hui président de l'ONG Global Zero, qui milite pour un désarmement total. En mer, 100 missiles sont prêts à s'envoler en quinze minutes. Les Russes ont aussi des centaines de lanceurs armés. Au total, le potentiel des missiles parés au décollage équivaut à 100000 bombes telles que celle lâchée sur Hiroshima."

### Des conséquences planétaires

Cet état d'alerte permanent comporte des risques d'accidents que l'ouverture récente de certaines archives militaires a mis en évidence : bombardiers américains B-52 prêts à décoller, avec leurs armes nucléaires, en 1980, après l'apparition erronée d'un missile sur les écrans de contrôle du commandement stratégique de l'Armée de l'air ; état d'alerte national en Russie déclaré par le président Eltsine en 1991, après que son état-major a pris un missile d'exercice américain pour un vecteur nucléaire, etc. Conflit déclaré ou accident, le risque de voir des bombes s'envoler vers une cible n'est, à l'évidence, pas nul.

Malgré le désarmement (lire l'encadré ci-contre), des centaines de bombes sont prêtes à s'abattre à tout moment. Avec, à la clé, des dégâts immédiats terrifiants. En 1979, en pleine guerre froide, des estimations officielles en cas de conflit entre les deux blocs chiffrèrent le nombre de morts entre 79 et 160 millions, côté américain...

Les dégâts à long terme sont peut-être plus effroyables encore : cette fois, ils concernent la planète entière. Car même en cas d'affrontement régional – impliquant par exemple deux puissances nucléaires "moyennes", comme l'Inde et le Pakistan –, on assisterait à un refroidissement global de la Terre et à une réduction sensible des précipitations. Une hypothèse proposée dès 1983 par des chercheurs réunis autour de Richard Turco, de l'université de Californie, et qui tient toujours la corde. En septembre dernier, Owen Brian Toon, chef du département des sciences atmosphériques et océaniques à l'université du Colorado, et Alan Robock, du Centre de prévision environnementale de l'université Rutgers (New Jersey), ont ainsi rappelé dans le *Bulletin of the Atomic Scientists* qu'une centaine de bombes de puissance équivalente à celle d'Hiroshima, lancées sur des villes et des zones industrielles, mettraient l'agriculture mondiale à genoux. Nombre de victimes directes : 20 millions. Victimes indirectes, décimées par la famine : 1 milliard !

Pour arriver à ce chiffre, les chercheurs ont imaginé une guerre en Asie du Sud. Résultat : 5 millions de tonnes de fumée sont injectées dans la haute atmosphère, absorbant les rayons lumineux et recouvrant l'ensemble du globe en deux semaines. Les calculs montrent alors une baisse de 10 % des précipitations globales. Les températures moyennes seraient plus basses que la plus basse moyenne des

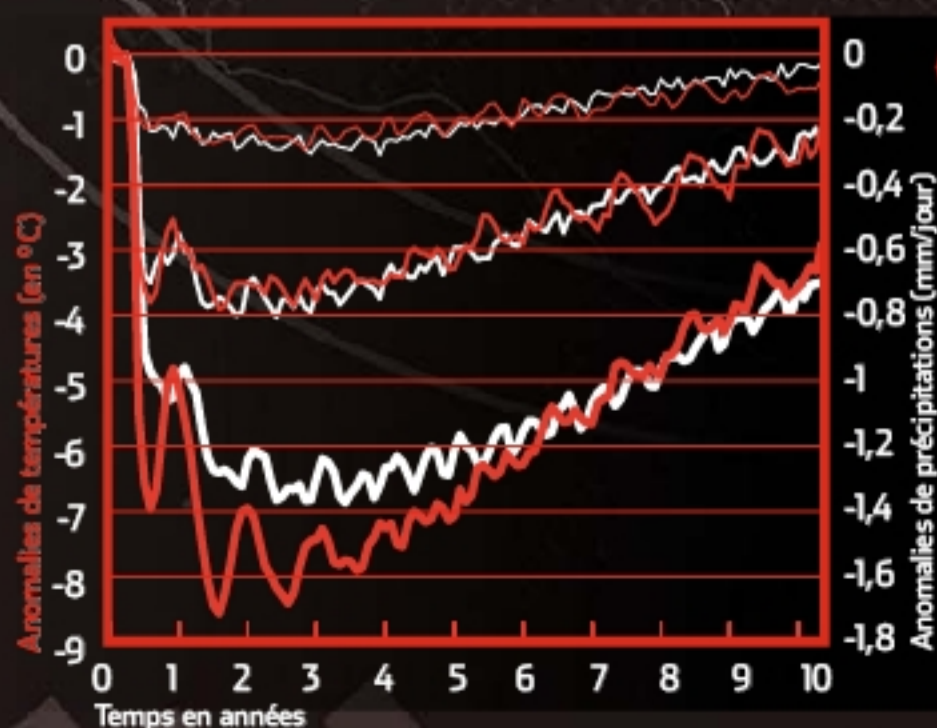
## UN ARSENAL QUI ÉCHAPPE AU CONTRÔLE

Depuis 2002 et la découverte du site d'enrichissement d'uranium de Natanz (ci-contre), on sait que l'Iran cherche à fabriquer l'arme nucléaire. Des années 1950 à aujourd'hui, le "club" des Etats possédant la bombe, officiellement ou non, n'a cessé de grandir.



mille dernières années. Les saisons de culture raccourcies de deux à trois semaines dans les régions agricoles de moyenne latitude des deux hémisphères. Et ces effets calamiteux perdureraient des années, mettant en péril la suffisance alimentaire d'un milliard de personnes. Les productions de soja et de blé dans le Midwest américain et de riz en Chine chuteraient de 20 % pendant plusieurs années. En parallèle, la haute atmosphère se réchaufferait de 50°C, ramenant les niveaux d'ozone à ceux connus aujourd'hui au niveau du fameux trou d'ozone.

Une guerre nucléaire n'est donc pas tant une question de conflit entre deux nations que de destin commun à toute l'humanité : même sans riposte, une attaque nucléaire sur un pays entraînerait assurément une destruction globale. "Il y a un risque réel, soit de guerre accidentelle entre Russie et Etats-Unis, soit de conflit régional s'envenimant en Asie ou au Moyen-Orient dans les décennies proches, insiste Alan Robock. Il y aurait bien plus de victimes dans les pays non combattants que dans les pays combattants."



## UNE BOMBE... CLIMATIQUE

Un dérèglement durable du climat : voici les conséquences d'un conflit nucléaire, modélisées pour l'explosion de 100 bombes A (en haut), d'un tiers de l'arsenal nucléaire actuel (au milieu) et de la totalité des bombes existantes (20000).

SOURCE: JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH

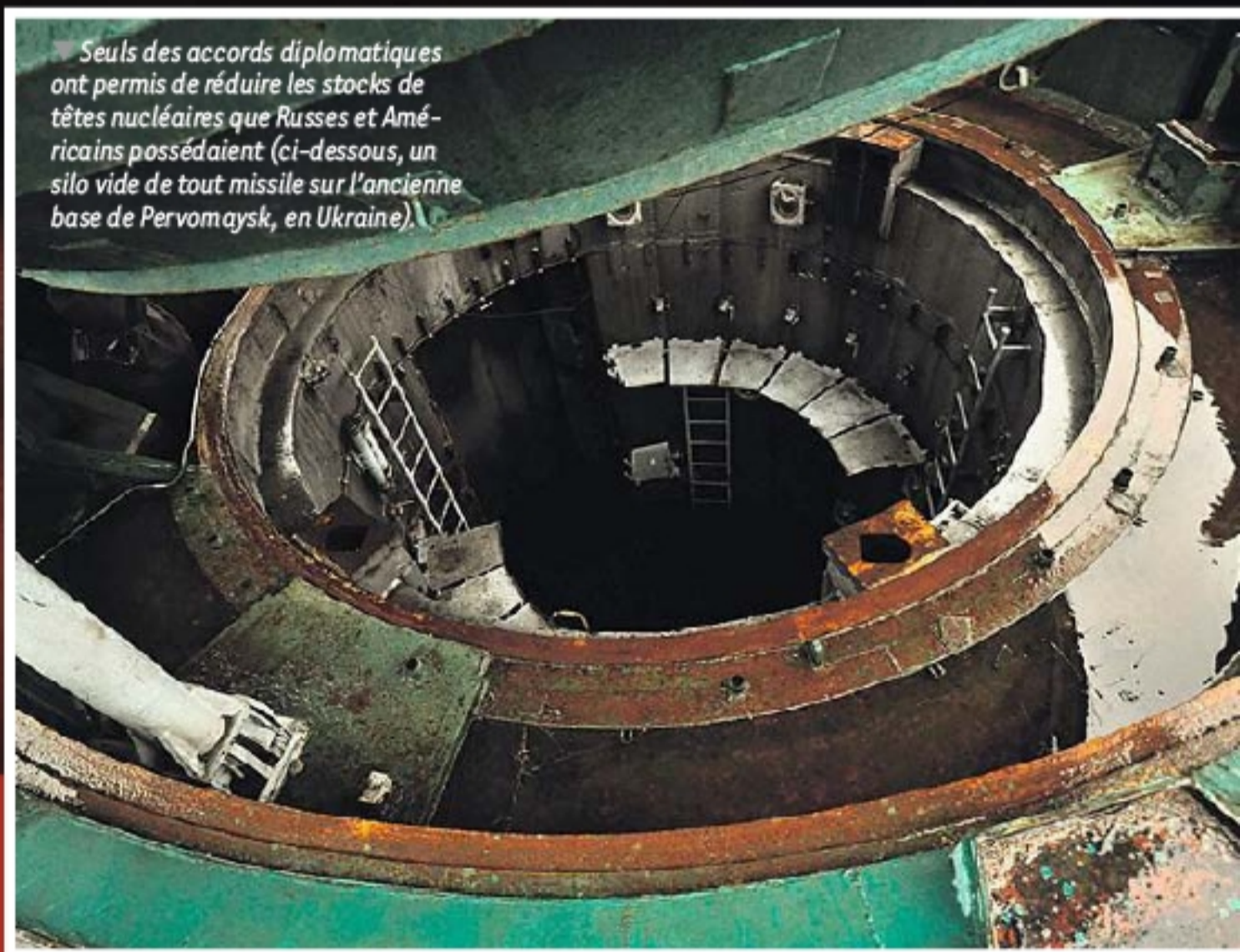




## 1 milliard

de morts, c'est le nombre estimé de victimes indirectes liées aux changements climatiques qu'entraînerait l'explosion d'une centaine de bombes de puissance équivalente à celle d'Hiroshima.

Seuls des accords diplomatiques ont permis de réduire les stocks de têtes nucléaires que Russes et Américains possédaient (ci-dessous, un silo vide de tout missile sur l'ancienne base de Pervomaysk, en Ukraine).



## Que peut-on faire pour l'éviter ?

Erreurs de détection — un éclair dans l'atmosphère, un bug informatique... —, ou de transmission d'ordres (le président américain, pour ne citer que lui, dispose d'environ douze minutes pour décider de faire décoller les missiles porteurs d'armement nucléaire) ; attaque surprise d'un pays ayant développé l'arme nucléaire en secret, ou d'un groupe terroriste y ayant eu accès... Autant de causes possibles d'un conflit nucléaire que la rigueur des procédures militaires, la diplomatie et le renseignement tentent de supprimer. Mais rien ne saurait garantir la paix nucléaire davantage que le désarmement. Lequel est, heureusement, engagé. L'arsenal mondial a atteint son maximum en 1986, avec environ 70 000 têtes nucléaires. Aujourd'hui, on compte de l'ordre de 20 000 têtes pour le monde entier. Le traité

New START, signé par les présidents russe et américain en 2010 et entré en vigueur en février 2011, stipule que chacune des deux puissances aura réduit son arsenal, sept ans après l'entrée en vigueur du traité, à 1550 têtes nucléaires au plus. Mais il ne s'agit que des armes déployées. Les armes stockées ne sont pas prises en compte. Quant aux autres pays disposant de la bombe... Si la plupart des diplomates affirment vouloir un désarmement global, plusieurs ratifications clés (celle des États-Unis, de l'Inde, du Pakistan, de la Corée du Nord) nécessaires à l'application des traités multilatéraux majeurs élaborés ces trente dernières années (Interdiction complète des essais nucléaires, Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, Conférence du désarmement...) font encore défaut.

QUELLE FIN DU MONDE ?



# L'ÉPUISEMENT TOTAL DES RESSOURCES

*Pénurie de pétrole, de métaux et... de terres arables. Avec 9 milliards d'individus en 2050, l'humanité risque d'être confrontée à la fin d'un mythe : celui de la Terre nourricière.*

FOTOLIA

MORGANE KERGOAT



Une terre surpeuplée, en proie à des famines aiguës : ce tableau apocalyptique n'est pas de la science-fiction, mais un futur sérieusement envisagé par les experts de toutes les académies scientifiques du monde. Car les signaux d'alerte sont dans le rouge. A commencer par la galopante croissance démographique mondiale. L'évolution vers une population de 9,4 milliards d'individus (soit 2,4 milliards de plus qu'aujourd'hui) en 2050 est considérée comme inéluctable. Mais ce scénario, appelé B2 et proposé par les Nations unies, est encore optimiste comparé à celui de l'Institut international de l'analyse appliquée des systèmes (IIASA), une organisation non gouvernementale qui prévoit une population de plus de 11 milliards en 2050.

Notre planète peut-elle subvenir aux besoins de tant d'individus tout en résistant à leur impact sur l'environnement ? Certains en doutent et voient dans cet accroissement vertigineux une "bombe humaine" aux effets potentiellement désastreux. D'autant que c'est dans les pays les plus pauvres qu'il faut s'attendre à voir la démographie s'emballer. Tandis qu'en parallèle, les pays en plein développement comme la Chine et l'Inde aspirent légitimement au confort occidental, pourtant largement remis en question par les défenseurs de l'environnement.

### **870 millions d'humains sous-alimentés**

C'est que le mythe de la Terre nourricière s'effondre : le pétrole s'épuise, les océans se vident de leurs poissons, les sols fertiles s'appauvrissent et sont grignotés par la ville. Tous les habitants de cette planète de plus en plus chaude trouveront-ils de quoi se nourrir dans quelques dizaines d'années ? Rien n'est moins sûr. Ne serait-ce qu'au regard du terrible constat de l'ONU aujourd'hui : 870 millions d'êtres humains, soit un habitant sur huit, souffrent d'une sous-alimentation chronique en énergie (déficit en calories). Certes, ils étaient 130 millions de plus il y a vingt ans. Mais si l'on inclut les "malnutris", gravement carencés en micronutriments, vitamines et minéraux essentiels, l'insécurité alimentaire touche au total 1,5 milliard d'individus, soit un habitant sur sept. Un chiffre qui a crû de 575 millions depuis 2005.

D'après le septième Forum économique mondial Global Risks 2012, si rien n'est fait, deux crises sociales surviendront →

→ dans les dix prochaines années: une crise alimentaire (selon une probabilité de près de 3,6 sur une échelle de 5) et une crise d'approvisionnement en eau (3,8/5). Pis, leur impact devrait être très fort: il est estimé au niveau 4, sur une échelle de comparaison des risques qui en compte 5 !

En cause, principalement, notre agriculture. D'abord, seul un quart des terres émergées sont réellement cultivables. Or, les pratiques agricoles actuelles conduisent à l'épuisement de ces sols. L'utilisation d'engrais chimiques détruit la matière organique nécessaire aux plantes. La mécanisation empêche la libération des nutriments minéraux et organiques contenus dans l'argile aplatie sous les roues des engins. Enfin, l'irrigation à outrance vide la terre de ces nutriments par ruissellement et conduit à des sols trop salés, car le sel de l'eau reste piégé lors de l'évaporation. Or, le sel migre dans la plante et "grille" ses feuilles. Les experts estiment qu'environ 10 % des sols des zones irriguées à partir de nappes phréatiques profondes sont salés au point de réduire les rendements. Et le constat est là: depuis une trentaine d'années, la production de céréales, qui comptent pour plus de la moitié de l'alimentation mondiale, a baissé de 6 % pour le blé, de 4 % pour le maïs... "On érode chaque année 5 tonnes de terre cultivable par hectare pour un pays plat, 250 pour un pays en collines, résume Daniel Nahon, expert agronome, spécialiste des terres arables. *On ne sait pas labourer. Si un terrain est labouré le long de sa pente, au premier orage, une boue d'argile est envoyée dans la rivière avec pesticides et fertilisants.*" Pour toutes ces raisons, les terres arables et l'eau douce s'épuisent plus vite qu'elles ne se renouvellent.

## DE MOINS EN MOINS DE TERRES ARABLES

Erosion, urbanisation, désertification... Entre 10 et 20 millions d'hectares de terres arables disparaissent chaque année. Ainsi, il nous reste au maximum quatre-vingt-dix ans d'expansion agricole.

Par ailleurs, les perturbations dues au réchauffement climatique, dont l'homme est en partie responsable, ne feront qu'empirer la situation. D'après les prévisions du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), les contrastes devraient s'accroître: les zones sèches deviendront désertiques, les zones humides recevront encore davantage de pluie et les cyclones dévastateurs deviendront plus fréquents dans les régions à risques.

Selon le rapport 2011 de l'Académie des sciences "Démographie, climat et alimentation mondiale", à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, sur les 1 600 millions cultivés aujourd'hui, 110 millions d'hectares deviendront improductifs par aridification dans les zones climatiques où les précipitations auront diminué, comme dans le Bassin méditerranéen. Tandis qu'à l'échelle mondiale, la température pourrait

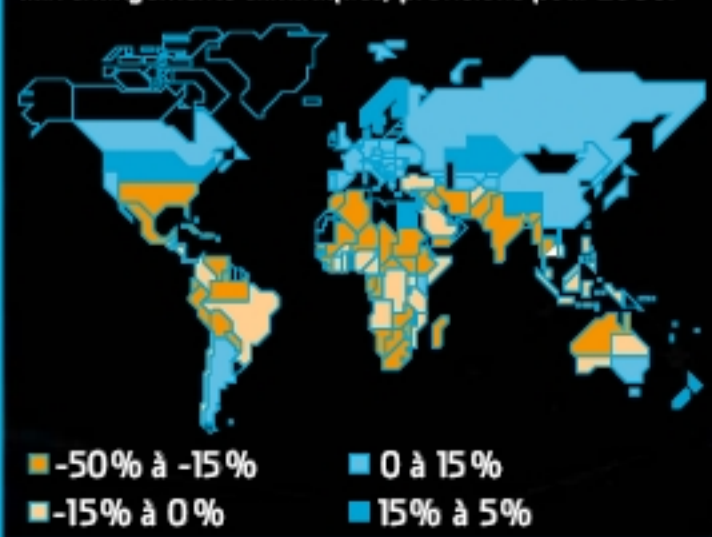
se réchauffer... jusqu'à 5,4°C en moyenne en 2100. Certes, une croissance de la production de biomasse d'environ 10 à 20 % dans les latitudes moyennes et élevées est attendue en raison de l'augmentation de la température et de la teneur en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, favorables aux plantes... mais jusqu'à une certaine limite. Ainsi, quand la concentration en CO<sub>2</sub> atteindra 400 parties par million (ppm), la photosynthèse de végétaux comme le maïs ou la canne à sucre atteindra un optimum, qui devrait être dépassé dès 2016.

### Des sols définitivement perdus

Plus généralement, quelle que soit la physiologie des plantes, dès 3 °C de réchauffement global et un CO<sub>2</sub> atmosphérique de plus de 700 ppm, les effets négatifs du bouleversement climatique – pénurie d'eau douce, perturbations des saisons... – l'emporteront. L'agriculture des pays du Nord sera alors bouleversée, tandis que ceux du Sud connaîtront une situation dramatique. D'autant plus que d'ici à 2100, la montée du niveau de la mer pourrait aussi réduire de 10 millions d'hectares les surfaces agricoles disponibles, surtout dans des deltas des grands fleuves d'Asie et d'Afrique.

Supposés vertueux car destinés à réduire l'impact des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'activité humaine, les biocarburants de première génération, à base de céréales, d'huiles végétales et de plantes à sucre, représentent respectivement 5 %, 9 % et 17 % de la production mondiale de ces cultures, qui échappent ainsi au marché alimentaire. En

Bouleversements de la production alimentaire dus aux changements climatiques, prévisions pour 2080.



## L'EFFET AGGRAVANT DU RÉCHAUFFEMENT

La remontée du permafrost (sols profonds gelés) augmentera les terres cultivables des pays du Nord de 160 millions d'ha d'ici à 2100. Ceux du Sud en perdront 110 millions par aridification. La remontée du niveau de la mer, coûtera, elle, 10 millions d'ha à l'Asie.

SOURCE: ACADEMIE DES SCIENCES, "DÉMOGRAPHIE, CLIMAT ET ALIMENTATION MONDIALE", RAPPORT 2011.



In fine, selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), il ne reste aujourd'hui plus que 900 millions d'hectares de terres arables disponibles. Un chiffre difficile à établir avec certitude et que certains spécialistes estiment plutôt à 600 millions d'hectares, si l'on veut préserver les écosystèmes. "Or, nous perdons chaque année entre 10 et 20 millions d'hectares de sols cultivables par érosion, urbanisation, désertification, pollution...", s'indigne Daniel Nahon. Le calcul est simple : à ce rythme, il nous reste au mieux quatre-vingt-dix ans de marge, trente ans au pire.

D'autres ressources, certes moins immédiatement vitales, mais tout aussi essentielles pour notre mode de vie moderne, constituent un stock défini, non extensible... et bientôt vide ! Comme le pétrole, le gaz naturel et le charbon, les métaux et autres minerais. Sauf à être capable de les recycler nous-mêmes, leur consommation épuise inéluctablement le stock. On sait que depuis 1980, l'humanité consomme plus de pétrole qu'elle n'en découvre dans de nouveaux gisements. De fait, le tarissement guette ; par exemple, la production mondiale annuelle de pétrole baisse de 6,5 % par an. Les premiers gisements à disparaître seraient ceux du trio terbium, europium, yttrium, composants des téléviseurs et lampes basse consommation (peut-être d'ici à trois ans), suivis, d'ici à une vingtaine d'années, par l'hélium (23 ans), l'or (20 ans) et le zinc (20 ans). Et, dans près de quatre décennies, sauf découverte miraculeuse, il n'y aura plus de réserves de cuivre, minerai utilisé partout – énergie, communications, transports, constructions, électronique –, ni d'uranium (électricité).

La Terre est sillonnée, noyée, empoisonnée, dépouillée, sollicitée de toutes parts. En continuant de grignoter, avec toujours plus d'avidité, les dernières réserves de ses ressources, l'humanité entre, lentement mais sûrement, dans l'ère de la pénurie...

outre, ils monopolisent 6 % des surfaces cultivées... Or, il faudrait multiplier ce chiffre par 100 pour attendre le but de l'Agence internationale de l'énergie (IEA) concernant la limitation de rejet de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Comment répartir au mieux les terres ? Le dilemme est considérable !

La croissance des villes contribue elle aussi à la perte des terres arables. Pis, comme le soulignent les auteurs du rapport de l'Académie des sciences, "les terres utilisées par les villes sont généralement parmi les plus fertiles". En septembre dernier, l'ampleur du phénomène a été mesurée ; une étude américaine a en effet montré qu'en 2030, l'espace urbain aura triplé par rapport à l'an 2000. Une expansion de 120 millions d'hectares en trente ans. Ce qui revient à près de 110 km<sup>2</sup> par jour, soit un peu plus que la superficie de Paris ! Or, le bitume exclut toute possibilité de régénération des sols. Et puisque la tendance pour le siècle à venir n'est pas à la diminution de la population, surtout urbaine, on peut dès lors considérer que ces sols sont définitivement perdus.



← Pour économiser les ressources alimentaires, le biodiesel pourrait être fabriqué via des micro-algues

## Que peut-on faire pour l'éviter ?

Le problème majeur est l'alimentation : pour éviter malnutrition et obésité, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) rappelle qu'il faudrait que chaque habitant consomme quotidiennement 3 000 kilocalories, dont 500 kcal de produits d'origine animale. Et pour que les bêtes ne concurrencent pas la consommation céréalière humaine, l'élevage en pâture est à privilégier. Enfin, contre le gaspillage (30 % des denrées !), la FAO mène l'initiative Save Food avec une série d'enquêtes et de campagnes de sensibilisation. Les agronomes travaillent aussi à une "révolution doublement verte" pour améliorer les rendements tout en respectant l'environnement. L'une des mesures consiste à éradiquer les pesticides en diversifiant les cultures. Comme la méthode *push-pull*, déjà utilisée au Kenya, qui consiste à introduire dans un champ une plante répulsive pour les parasites, et, autour du champ, une plante attractive. De son côté, la recherche agronomique tente d'élaborer des biodiesels à partir d'algues marines et des OGM viables dans des sols secs ou salins. Et pour que notre mode de vie basé sur les technologies puisse perdurer, face à la pénurie de matériaux, le recyclage s'impose.

## 2 milliards

C'est le nombre de personnes qui souffriront de la faim en 2050, soit près de 18 % (sur une population de 11 milliards), si l'augmentation de la demande alimentaire (+70 % depuis l'an 2000) n'est pas satisfaite.



QUELLE FIN DU MONDE ?



# L'INVASION EXTRATERRES

*Cette vieille peur n'est plus un fantasme. Car les astronomes le savent désormais : il existe forcément d'autres mondes. Et un "contact" pourrait survenir. Pour le pire.*

FRANÇOIS LASSAGNE



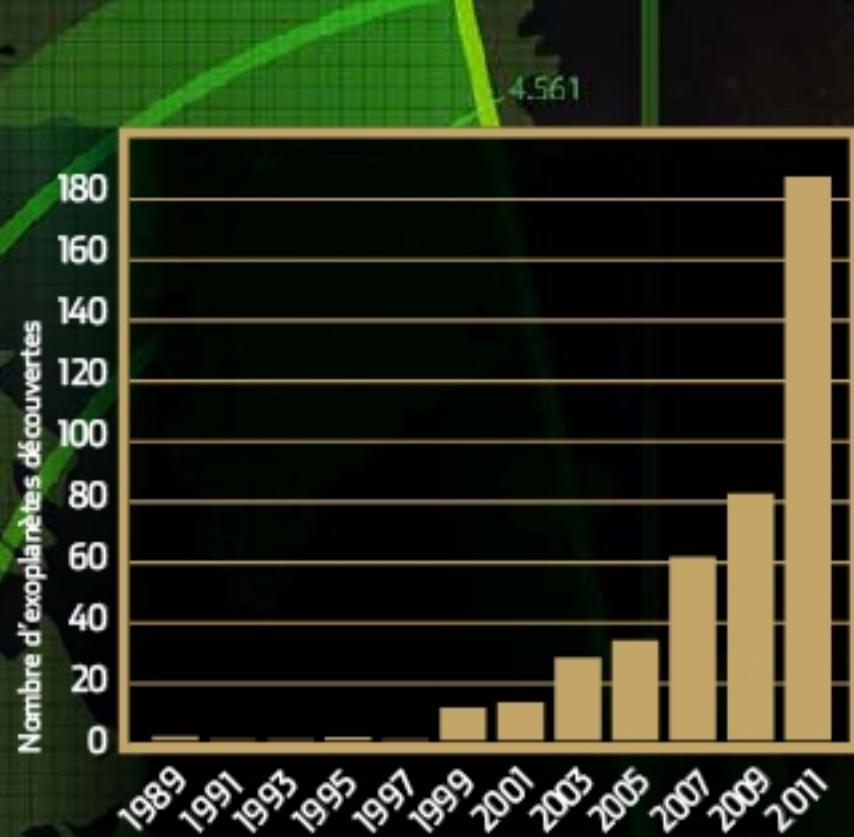
# TRE

FOTOLIA - SETH SHOSTAK / SCIENCE PHOTO LIBRARY / COSMOS  
FOTOLIA - MEHAJ KULYK / SCIENCE PHOTO LIBRARY / COSMOS

**A**rachnoïde, vermiforme, dentu... L'extraterrestre des salles obscures venu porter la désolation sur Terre est le plus souvent de taille et d'aspect effrayants. Pourtant, le péril le plus envisageable que l'humanité ait à craindre de l'espace pourrait, en réalité, débarquer incognito. Spore d'un champignon ou d'une bactérie, virus... De telles formes cosmiques de vie primitive sont plus probables que des formes complexes, intelligentes. Elles n'en sont pas moins à redouter. Portées par une météorite, elles pourraient être à l'origine d'une pandémie sévère, prenant au dépourvu le système immunitaire humain autant que l'organisation de la réponse sanitaire. Reste qu'à ce jour, aucun micro-organisme extraterrestre n'a été découvert. La meilleure préparation à ce péril se fait

donc au regard des organismes pathogènes terrestres... et par l'étude de ce à quoi pourrait ressembler une rencontre avec une civilisation extraterrestre avancée. Etude sérieuse, puisque la plausibilité même de civilisations intelligentes quelque part dans l'espace est établie. En 2010, Duncan Forgan, de l'Institut d'astronomie de l'université d'Edimbourg, a ainsi calculé les probabilités d'existence de civilisations technologiques dans la Voie lactée, en tenant compte de la découverte récente de centaines de planètes extrasolaires. Verdict: il a estimé que le nombre de nos voisins "avancés" devait se situer entre 300 et 38000. Un résultat établi à partir d'une équation célèbre, l'équation de Drake, qui compile les probabilités de présence de planètes autour des étoiles, d'apparition des →





## UNE FOULE D'AUTRES MONDES EXISTENT

La possibilité de l'existence de vie extraterrestre grandit d'année en année : on est passé de quelques exoplanètes découvertes en 1989 à 188 rien que pour l'année 2011. Au total, l'Univers en contiendrait des milliards de milliards.

SOURCE : WWW.SPACE-PICTURES.COM

→ conditions propices à la vie, d'émergence d'un règne animal puis de l'intelligence, de la technologie... A l'échelle galactique, 300 à 38000 civilisations technologiquement avancées, cela constitue un très petit nombre. Il n'en est pas moins suffisant pour que certains chercheurs prennent au sérieux les conséquences d'un contact avec une intelligence extraterrestre.

### 26 scénarios possibles

Parmi ces conséquences, le pire tient la première place. Le pire ? Les humains transformés en esclaves, animaux de compagnie, travailleurs forcés, nourriture, source d'énergie, ou considérés comme des parasites à éliminer, voire comme un obstacle au règne hégémonique d'une civilisation jalouse de son intelligence. Tels sont les destins effroyables qu'envisagent très sérieusement des scientifiques de l'université de Pennsylvanie et du département Sciences planétaires de la Nasa, dans un rapport publié en avril 2011 (1), qui expose les résultats attendus de diverses modalités de rencontre : découverte d'un artefact extraterrestre, réception d'un signal, communication active, contact physique dans l'espace ou sur Terre, nature expansionniste ou réservée des visiteurs. Les scientifiques ont conçu 26 scénarios possibles : pour six d'entre eux, E.T. et humains sont si différents qu'ils

n'entrent pas en relation, ou n'éprouvent aucun intérêt à prendre contact. Cinq autres scénarios envisagent une rencontre bénéfique, avec un partage de savoirs, par exemple. Ce que les 15 scénarios restants décrivent, c'est le conflit.

Dans ce même rapport d'avril 2011, les chercheurs le reconnaissent : *"Nous ne proposons pas de probabilités pour chacun des scénarios. [Ceux-ci] visent à entraîner l'esprit à reconnaître des situations et à analyser des conséquences en cas de contact."* Nul ne peut dire si les scénarios du pire sont les plus probables. Pour le savoir, il faudrait pouvoir évaluer les intentions d'une civilisation extraterrestre, dont on n'a jusqu'ici aucun indice. Car malgré des décennies d'écoute systématique, on ne voit rien venir. Ce qui, explique Nicolas Prantzos, directeur de recherche à l'Institut d'astrophysique de Paris, *"nous permet soit de faire une hypothèse radicale sur la sociologie des civilisations extraterrestres – elles ne veulent pas se signaler ou elles veulent nous étudier sans interférer –, soit admettre que de telles civilisations ne sont pas nombreuses. S'il y en avait des millions, on devrait être en contact avec l'une d'elles au moins"*. Au vu des dernières estimations calculées pour la Voie lactée, nous aurions donc trop peu de "voisins" pour que se soit présentée l'occasion d'un

contact. Fin de la menace extraterrestre ? Pas si vite. Outre que le calcul vaut pour la seule Voie lactée, le silence observé jusqu'ici n'est pas forcément de bon augure...

### Un silence inquiétant...

Sur le plan logique, le grand silence d'une "poignée galactique" de civilisations extraterrestres intelligentes peut s'expliquer par deux hypothèses qui, toutes deux, font un destin funeste à l'humanité. Première hypothèse : les civilisations avancées finissent par s'autodétruire, victimes de leur puissance technologique. Celles qui auraient peut-être été capables de nous rencontrer ont déjà disparu... et nous serions en chemin vers la même destinée. Seconde hypothèse : l'une des civilisations présentes a essaimé des sondes automatiques dans l'espace. Soit ces sondes sont des armes de destruction de toute vie intelligente, conçue comme une menace. Cela explique que nous n'entendions personne : les intelligences pacifiques

## LES HUMAINS SE SONT DÉJÀ DÉVOILÉS

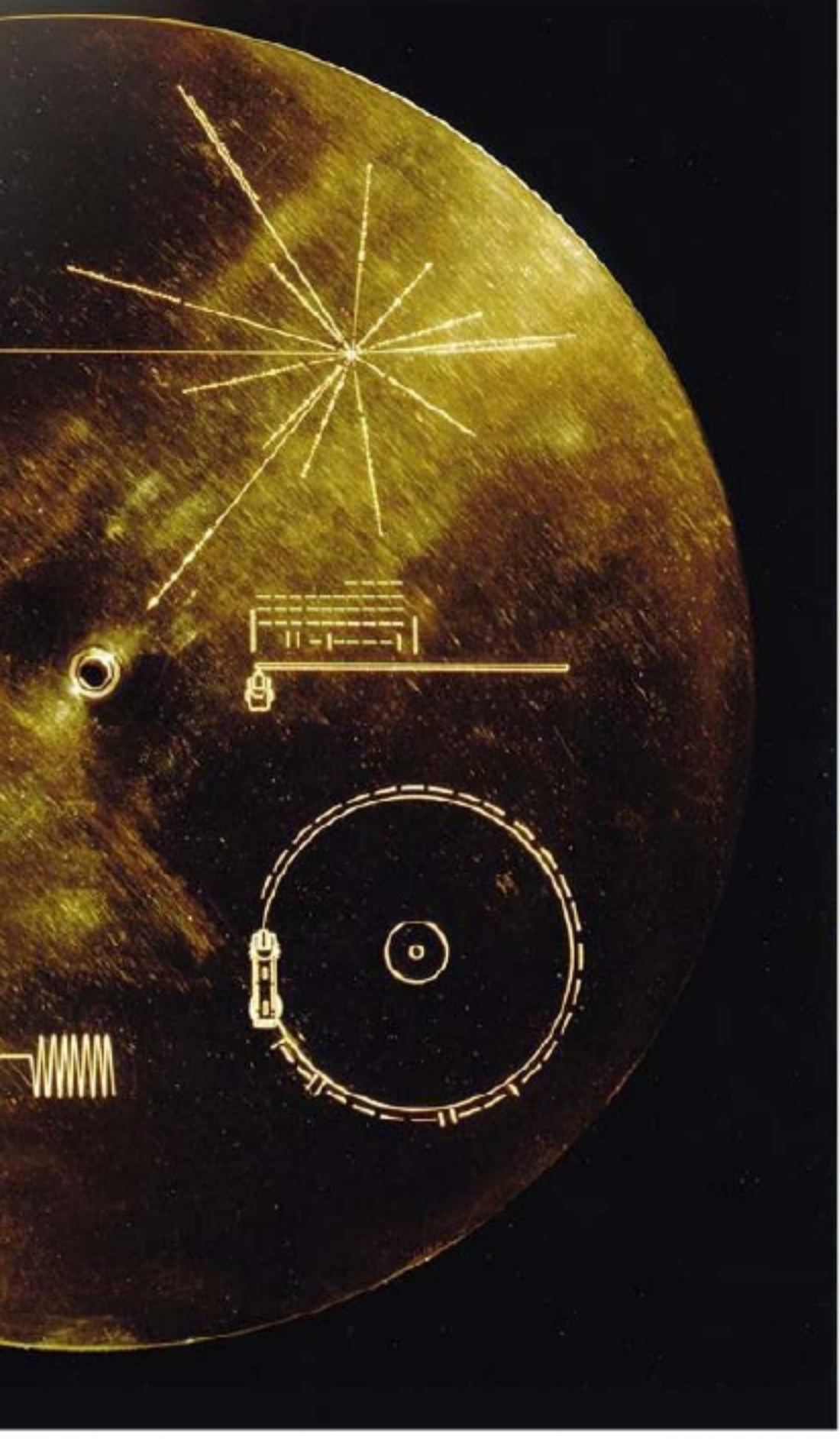
Chacune des sondes Voyager I et II est équipée d'un disque de cuivre plaqué or où ont été gravés des "sons de la Terre", des informations sonores sur les humains à l'intention d'éventuels E.T.



# 100%

de l'humanité pourrait disparaître dans certains des 26 scénarios imaginés par les scientifiques : une civilisation extraterrestre pourrait considérer l'humanité comme un obstacle à l'exploitation des ressources de la planète...





## Que peut-on faire pour l'éviter ?

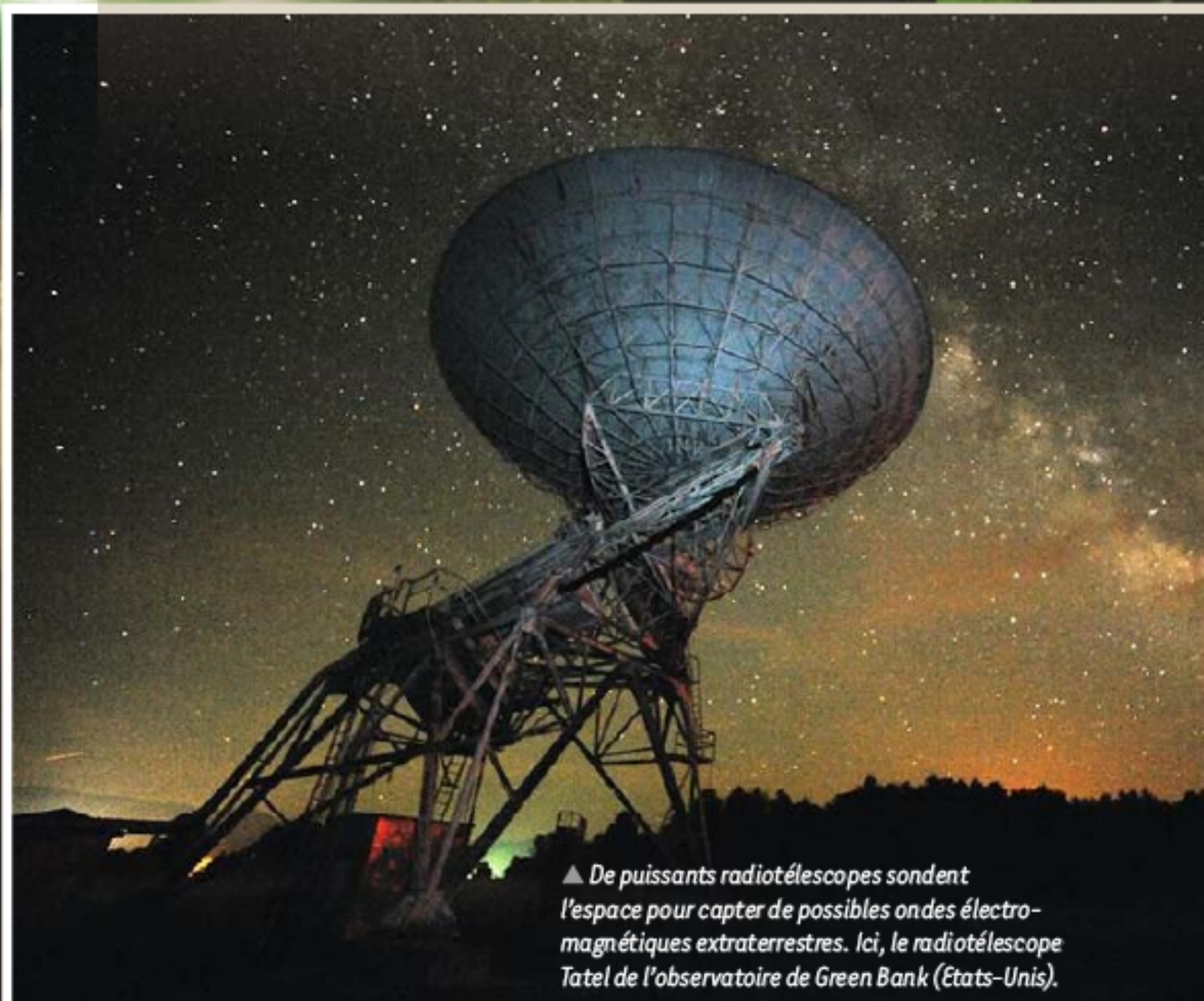
Résister à une invasion extraterrestre ou à l'extraction massive de toutes les ressources terrestres par une sonde automatique venue du fond de l'espace ? Peine perdue, *a priori*, s'agissant de faire front à une civilisation technologiquement bien plus avancée que la nôtre. Reste la vigilance pour, au moins, voir venir le péril... Depuis les années 1960 se sont ainsi succédé plusieurs programmes d'écoute du ciel à la recherche de signaux électromagnétiques d'origine extraterrestre, notamment le projet Seti (Search for Extra-Terrestrial Intelligence). Mais jusqu'ici, rien. Et la quinzaine de messages transmis vers certaines étoiles dans le cadre de programmes de recherche "active" — pour signaler notre présence et prendre contact — n'ont pas donné plus de résultats à ce jour. D'autant que ces programmes souffrent du même problème que l'écoute "passive" : le délai de réception. A 1 000 années-lumière, les messages reçus ont 1 000 ans. Et la Terre que voient aujourd'hui les radiotélescopes d'hypothétiques E.T. est celle du... Moyen Age ! Conscient de ces limites, Paul Davies, cosmologiste et pionnier du SETI, suggère donc désormais de suivre d'autres signatures extraterrestres : traces possibles d'ingénierie stellaire (structures géantes exploitant l'énergie des étoiles), exploitation minière d'astéroïdes, ou encore faisceaux laser géants...

ont été supprimées. Soit les sondes, chargées de moissonner les ressources des systèmes planétaires, détruisent par erreur les formes de vie qu'elles rencontrent, aboutissant au même résultat. Pas de contact. Et la fin de l'humanité en cas de contact.

Cette hypothèse glaçante n'inquiète qu'une poignée de chercheurs — les auteurs des 26 scénarios en premier lieu. Aucune doctrine militaire officielle n'existe sur le sujet d'une menace extraterrestre. Rien non plus à l'Onu, qui dispose pourtant d'un Bureau des affaires spatiales. Demeure l'Académie internationale d'astronautique, qui a rédigé, en 1989, un protocole à suivre en cas de détection d'un signal extraterrestre : pour l'essentiel, la découverte devrait être vérifiée par les pairs, transmise aux autorités nationales et au Secrétariat général des Nations unies. Quant à l'éventualité que la civilisation repérée soit hostile, le sujet n'est pas évoqué...

(1) "Would Contact with Extraterrestrials Benefit or Harm Humanity? A Scenario Analysis", coll., univ. de Pennsylvanie et dép. Sciences planétaires - Nasa, avril 2011.

FOTOJAJA - DR SETH SHOSTAK / SCIENCE PHOTO LIBRARY / COSMOS



▲ De puissants radiotélescopes sondent l'espace pour capter de possibles ondes électromagnétiques extraterrestres. Ici, le radiotélescope Tatal de l'observatoire de Green Bank (États-Unis).



# LA POLLUTION GENERALISEE

*Une pollution irréversible de l'air, de l'eau ou des sols :  
outre les méfaits locaux, la capacité de l'homme à se  
reproduire serait menacée. Donc la survie de l'humanité.*

GABRIEL SIMÉON



**G**az toxiques, hydrocarbures, particules radioactives, particules fines, métaux lourds, perturbateurs endocriniens... Quelle menace porte la diffusion de ces substances nocives ? Selon un rapport publié en septembre dernier par le Programme des Nations unies pour l'environnement, une action urgente serait nécessaire pour limiter l'augmentation des risques sanitaires et environnementaux liés aux produits et déchets chimiques, médicaux et électroniques. Consultés en 2011 lors du Forum économique mondial de Davos, 469 experts des risques globaux allaient déjà dans ce sens : une pollution irréversible de l'air, des eaux ou des sols aurait autant d'impact sur l'homme que des tremblements de terre ou des éruptions volcaniques à répétition, et serait plus probable qu'une nouvelle crise financière majeure. La menace paraît donc sérieuse.

Au niveau mondial, rien n'est pourtant mis en œuvre pour s'y préparer. *"Une pollution subite, de grande envergure et mortelle, c'est un risque extrêmement difficile à quantifier, assure John Harding, de*

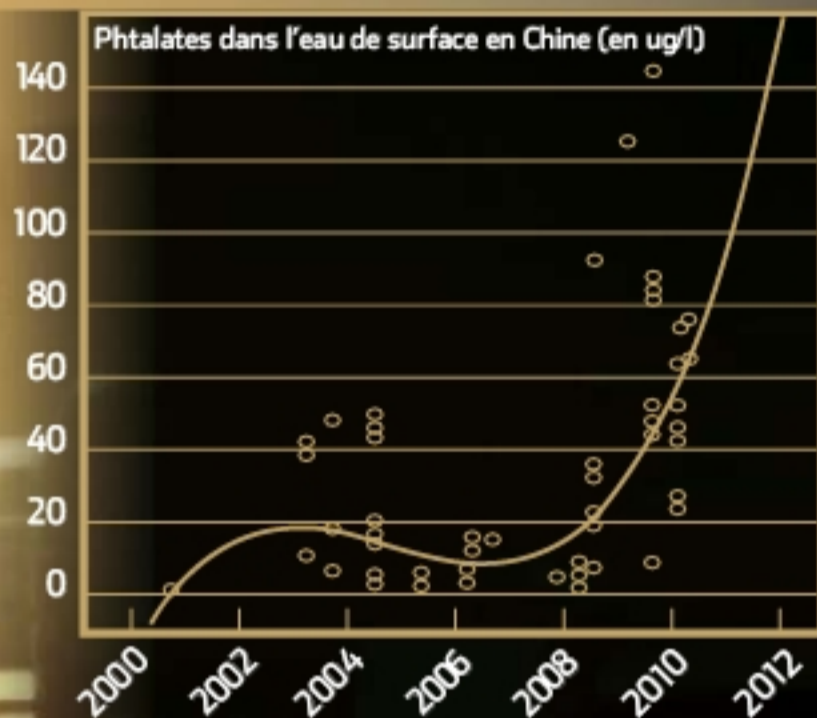
*l'UNISDR, l'organe de l'ONU chargé de la stratégie internationale de prévention des catastrophes. Nous manquons d'exemples dans le passé permettant d'identifier les points de départ d'un tel phénomène et les groupes susceptibles d'être touchés."*

Au vrai, les chercheurs imaginent mal la planète entière être soudain affectée par une pollution. *"Il n'y a pas de signe annonciateur d'une fin de l'humanité provoquée par une pollution brutale de l'eau, soutient ainsi Guy Fradin, vice-président du comité international du sixième Forum mondial de l'eau. Même si on pollue sans limites, cela mettrait très longtemps à aggraver sa qualité."* Le risque d'une grande pollution des cours d'eau n'en est pas moins réel. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), 100 millions de personnes, en Asie du Sud-Est, consomment une eau trop riche en arsenic, naturellement présent dans les cours d'eau et concentré par la multiplication des forages – au Bangladesh, un quart de la mortalité totale est lié à l'arsenic...

Pour François Laurent, maître de conférences en géographie à l'université du →

## LES HOMMES DÉJÀ MOINS FERTILES

Une baisse de la fertilité masculine de 30 % en 40 ans; des spermatozoïdes anormaux (ici, avec deux flagelles)... Plusieurs substances chimiques sont suspectées de nuire à notre reproduction.



## DES EAUX SATURÉES DE POLLUANTS

Parmi les molécules de synthèse identifiées comme "perturbateurs endocriniens", les phtalates, utilisés comme plastifiants, contaminent de plus en plus l'environnement. En une décennie, leur concentration dans l'eau en Chine est ainsi passée de 0 à 140 µg/l.

SOURCE: SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, JUIN 2012

→ Maine, spécialiste des pollutions de l'eau et des sols, le danger pourrait aussi venir de nos assiettes. Les polluants organiques persistants (polychlorobiphényles – PCB – et hexachlorobenzène, en particulier) s'accumulent dans la terre et restent intacts pendant plusieurs années, tandis que les métaux lourds, comme le mercure, peuvent être accumulés sur de longues périodes dans les tissus de certains végétaux ou animaux et atteindre des dizaines de milliers de fois leur concentration initiale, avant de remonter la chaîne alimentaire. Mais là aussi, le risque que les contaminations observées au niveau local prennent de l'ampleur demeure minime, selon le chercheur: "Des résidus de plastiques, des PCB, des métaux lourds sont 'bio-accumulés' dans les chaînes alimentaires. Mais les doses actuelles sont faibles, en dessous des normes de l'OMS."

Qu'en est-il de l'air: pourrait-il soudain devenir toxique pour la plupart des habitants? "Aucune chance, estime Jean-Pierre Garrec, directeur de recherche au laboratoire de pollution atmosphérique de Nancy, à part, éventuellement, dans le cas d'une énorme éruption volcanique (lire p. 68). L'air pourrait être une cause indirecte de décès, par exemple en véhiculant des particules radioactives en cas d'attaque nucléaire, mais les pluies nous en débarrasseraient très vite."

### Des particules fines mortelles

L'air, s'il ne tue pas d'emblée, provoque néanmoins près de 650 000 décès prématurés en Chine, dans les zones où les concentrations de polluants (rejets d'usines, gaz d'échappement, cigarettes) dépassent largement les normes de l'OMS (20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle pour les PM10, les

particules fines inférieures à 10 µm). "Si l'on revenait à nos vieux véhicules et à des centrales thermiques au charbon, sans régulation, comme en Chine ou dans certains pays d'Afrique, la pollution globale pourrait vite devenir critique, prévient Catherine Lioussé, qui travaille sur ces scénarios catastrophes au laboratoire d'aérodologie de Toulouse. En multipliant par dix les concentrations actuelles de PM10 d'ici à 2100, il faudrait s'attendre à 3 % d'augmentation directe de la mortalité et 56 % de cancers du poumon en plus. On ne pourrait pas parler d'extinction, mais cette pollution serait partout."

Et si le scénario de la fin du monde par la pollution était plutôt à chercher du côté d'une chute de la fertilité humaine? Cette menace apparaît particulièrement crédible, en ceci qu'elle touche la pérennité même de l'humanité. Dans les années 1950, 100 ml de sperme contenaient plus de 100 millions de spermatozoïdes; dans les années 1990, moins de 70 millions...



## 100 millions

C'est le nombre de personnes, en Asie du Sud-Est, qui consomment une eau trop riche en arsenic, responsable de cancers et de lésions cutanées.



## Que peut-on faire pour l'éviter ?

Ces quarante dernières années, plusieurs pays ont mis en place des cadres juridiques visant à réduire les risques liés aux polluants. Ainsi, la convention de Stockholm (124 membres) interdit depuis 2004 la production et l'utilisation de 18 polluants organiques persistants. Celle de Rotterdam, moins restrictive, permet depuis 1998 à un pays de refuser certains produits chimiques à l'importation. Sur le plan militaire, l'utilisation des armes chimiques est interdite par un traité international depuis 1997. Seule une poignée d'États – dont la Syrie, l'Égypte et la Corée du Nord – ne l'a pas encore ratifié.

En Europe, avec l'adoption du règlement Reach en 2007, les producteurs et les importateurs de substances chimiques doivent désormais prouver leur innocuité avant la mise sur le marché. *“Le travail est énorme puisque 143 000 substances ont été pré-enregistrées, mais nombre d'entre elles échappent encore à Reach, assure Yves Marneffe, écotoxicologue à l'Institut scientifique belge de sécurité publique. On pourrait en fait avoir 500 000 à un million de substances chimiques à considérer.”* Bien qu'un grand nombre de produits n'ait pas été étudié, 750 ont été identifiés comme perturbateurs endocriniens. *“On est encore à la proto-histoire de ces molécules, insiste Bernard Jégou, directeur de recherche à l'Inserm. On en est pour l'instant réduit à constater leurs effets, mais on assiste à un extraordinaire développement des méthodes d'analyse.”*

Une étude de 2009 a montré qu'un dérivé des phtalates – des plastifiants – était toxique pour notre reproduction. En tout, des dizaines de milliers d'autres “perturbateurs endocriniens” – dont le bisphénol A, utilisé dans les contenants alimentaires et les stéroïdes de synthèse présents dans les pilules contraceptives – sont soupçonnés d'accroître les risques de maladies et de dégrader la qualité du sperme humain. *“Le lien avec la baisse de la fertilité observée n'est pas encore évident, dédramatise Bernard Jégou, de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), coauteur du livre La fertilité est-elle en danger? (La Découverte, 2009). Il n'y a en tout cas aucun risque que l'on finisse tous stériles. Pour décimer des populations entières, les doses de produits pouvant s'avérer être des perturbateurs endocriniens devront être beaucoup plus importantes qu'aujourd'hui.”* Reste à savoir ce que seront les effets d'une exposition faible – au niveau actuel – mais prolongée.



▲ Depuis 2007, le règlement Reach impose une analyse des substances chimiques, soupçonnées d'être toxiques, présentes dans de nombreux produits de la vie courante.

# L'ÉRUPTION D'UN SUPER VOLCAN

*Il en existe quatre sur Terre – et s'ils se réveillaient, leurs monstueux panaches envahiraient le ciel et feraient le tour de la planète, affectant tout ce qui vit.*

HÉLÈNE PERRIN



Il y a fort longtemps, avant que les traditions et l'écriture en portent le témoignage, les colères de la Terre ont fait vaciller l'humanité. La gigantesque éruption du volcan Toba, voici 73 000 ans, a instantanément détruit la quasi-totalité de la faune et de la flore indonésiennes. Surtout, son impact sur le climat mondial aurait contribué à réduire la population humaine à quelques milliers d'individus. En analysant l'ADN des mitochondries de cellules humaines, des biologistes ont retrouvé la trace de cet épisode et découvert qu'à cet instant de notre lointain passé, la diversité génétique humaine s'était brutalement réduite. Au point qu'il s'en fallut de peu pour que notre espèce ne soit rayée de la carte.

Tout cela à cause d'un volcan ? Pour comprendre, il faut savoir que la puissance destructrice des volcans n'est pas seulement locale, comme, par exemple, à Pompéi, entièrement détruite par la lave du Vésuve, en 79 de notre ère : parfois, elle affecte la vie de tout ce qui existe à la surface de la planète. Quand suie, gaz brûlants et roches fondues s'échappent dans l'atmosphère par dizaines, voire par centaines de kilomètres cubes, les plus légers des éléments peuvent monter jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres d'altitude. Résultat : c'est le climat du globe terrestre tout entier qui encaisse le coup, affectant la vie sur Terre des mois durant.

### ***Des cicatrices géantes***

Dans la période contemporaine, quelques volcans explosifs ont défrayé la chronique car leurs explosions étaient si fortes qu'ils se sont effondrés et ont formé une cuvette circulaire – comme le Pinatubo, aux Philippines, en 1991. Mais ils font pâle figure à côté du Toba et des trois autres "supervolcans" explosifs dont les géologues ont découvert la trace dans les années 1950. A cette époque, il apparaît soudain que les gigantesques vallées circulaires mises au jour en différents endroits du globe sont l'équivalent en taille XXL des cuvettes ou "caldeiras" observées au sommet de nombreux volcans explosifs. Pas de doute : à Toba, sur l'île de Sumatra, mais aussi à Long Valley, en Californie, à Taupo, en Nouvelle-Zélande, et enfin, à Yellowstone, dans le Wyoming, les cicatrices de la Terre sont celles de supervolcans.

En comparant leur taille à celle des caldeiras formées lors d'éruptions volcaniques →

→ explosives plus récentes et de moindre ampleur, les géologues prennent conscience de la puissance extraordinaire des volcans qui ont laissé de telles traces : les réservoirs de magma de ces quatre monstres contenaient chacune plus de 750 km<sup>3</sup> de roche en fusion ! A titre de comparaison, lors de l'éruption du mont Saint Helens, en 1980, la plus importante jamais enregistrée aux Etats-Unis, le volume recraché des entrailles de la Terre n'excédait pas quelques kilomètres carrés.

Fort heureusement pour l'humanité, cette colossale puissance destructrice ne s'est pas manifestée depuis... 26500 ans. A cette époque reculée a eu lieu, à Taupo, en Nouvelle-Zélande, la dernière "superéruption" répertoriée par les géologues. Sachant que les spécialistes considèrent usuellement qu'un volcan n'est plus en activité quand il ne s'est pas manifesté depuis 10000 ans. Rassurant ? Pas forcément. Car nul ne peut affirmer qu'un volcan est éteint pour toujours. Et, dans l'absolu, "au cours des deux derniers millions d'années, on estime qu'au moins cinq superéruptions se sont produites, ce qui revient, en extrapolant, à 25 éruptions en moyenne dans les dix derniers millions d'années", rappelle Ilya Bindeman, du Département des sciences géologiques de l'université de l'Oregon. Soit une tous les 400000 ans en moyenne. La probabilité que l'homme du XXI<sup>e</sup> siècle doive affronter cette violente colère est donc faible... Faible, mais assurément "plus élevée que celle de subir une collision avec un astéroïde de la taille de celui qui a provoqué la disparition des dinosaures", note le chercheur.

Et en effet, certains supervolcans ne dorment que d'un œil. A Yellowstone, aux Etats-Unis, l'activité est même incessante. Sous les

## ALERTE À YELLOWSTONE

Dans le sous-sol du plus grand parc naturel américain, un énorme réservoir de magma rempli de gaz pourrait donner lieu à une gigantesque et meurtrière éruption.

pieds des visiteurs parcourant les 9000 hectares de l'un des plus grands parcs naturels du monde se cache, à quelques kilomètres de profondeur, ce qui signe l'appartenance du lieu au "club" des supervolcans : des centaines de kilomètres cubes de magma. D'immenses poches de roche fondue, alimentées par un complexe réseau de failles dans la croûte terrestre, connectées au manteau terrestre. Dans cet énorme réservoir, la température avoisine 800 °C. Des enregistrements à environ 300 mètres de profondeur ont relevé que l'eau, maintenue sous pression, y atteint parfois plus de 230 °C. Que la roche se fissure, et la pression, libérée, fait remonter l'eau à toute vitesse vers la surface. Un mécanisme auquel les visiteurs doivent le clou du spectacle offert par la nature : des dizaines de geysers crachant régulièrement de hautes colonnes d'eau et de vapeur. Mais ce mécanisme est aussi susceptible de produire d'effroyables éruptions.

Car le magma très visqueux stocké sous le parc de Yellowstone renferme d'énormes quantités de gaz : le parc est l'endroit sur Terre où le dégazage naturel est le plus intense. A l'instar des geysers, quand une faille se forme ou se déforme, ouvrant au réservoir un accès vers la surface, la pression baisse brutalement. Les gaz se détendent et propulsent la roche fondue vers la surface. Comme lorsque, voici 2,06 millions d'années, 2450 km<sup>3</sup> de matière (l'équivalent d'un cube de 13 km de côté rempli de matière volcanique !) ont été expulsés des profondeurs, laissant une caldeira de 100 km de diamètre. Ou quand, voici 1,29 million d'années, 280 km<sup>3</sup> de roches ont rejoint l'air libre, et 1 000 km<sup>3</sup> il y a 640000 ans, ce qui a ouvert une autre caldeira de 50 km par 80 km.

### 3 000 fois la puissance du Vésuve

A quoi ressemblerait le réveil de Yellowstone, ou de l'un de ses trois équivalents dans le monde ? Les géologues estiment qu'une éruption de l'un ou l'autre de ces supervolcans serait, quant à sa puissance, 1 000 fois plus dévastatrice que celle du mont Saint Helens, 3 000 fois plus que celle du Vésuve en l'an 79. Un panache de cendres et de gaz toxiques brûlants s'élèverait à plus de 50 km de hauteur. L'effondrement du sommet du volcan engendrerait des nuées ardentes, mélange de lave, de blocs rocheux et de cendres chauffées à plus de 700 °C, qui brûleraient tout sur leur passage, à des centaines de kilomètres à la ronde. Conséquence immédiate : près de 100 000 personnes mourraient probablement des effets directs de l'éruption – violence de l'onde de choc, explosion thermique, criblage par les nuées



## LES 4 VOLCANS DE L'APOCALYPSE

Dans le monde, 4 volcans sont capables de bouleverser le climat mondial car leur réservoir magmatique dépasse 100 km<sup>3</sup>. Même le Pinatubo (10 km<sup>3</sup>) et le mont Saint Helens (1 km<sup>3</sup>), aux éruptions mémorables, sont bien moins puissants.

SOURCE : COOLGEOGRAPHY.CO.UK





## Que fait-on pour l'empêcher ?

A défaut de pouvoir contenir des centaines de kilomètres cubes de roche expulsée des entrailles de la Terre, les vulcanologues suivent de près l'activité des supervolcans afin de prévenir à temps les populations. La remontée de magma dans la chambre avant une éruption s'accompagne de signes avant-coureurs caractéristiques, des semaines, voire des années avant l'éruption : séismes, déformation du

sol, échappement de gaz, etc. A Santorin, cette année, des chercheurs ont découvert que les éruptions les plus violentes du passé de volcan explosif des Cyclades grecques, éloignées de plusieurs milliers d'années, se signalent par une modification chimique du magma un siècle avant que le volcan se déchaîne. De récentes analyses des roches magmatiques de Yellowstone ont également permis d'éclairer le cycle éruptif des supervolcans. Entre deux "superexplosions", les laves expulsées se forment en surface, par recyclage du matériau venu du toit effondré du volcan. Lorsque la chambre magmatique est remplie de matériau frais issu du manteau, et prête à entrer à nouveau en éruption, les laves expulsées ont une composition chimique particulière. Leur analyse régulière permet donc de repérer l'imminence d'une superéruption.

◀ Le supervolcan de Yellowstone est sous surveillance permanente : les sismographes y enregistrent chaque année plusieurs milliers de petits séismes.

de gaz et de fragments de roche fondue. Mais ce n'est pas tant la dévastation locale, instantanée, qui serait à redouter. C'est l'impact à long terme de l'éruption sur le climat global. Les régions situées à plusieurs centaines de kilomètres du lieu de l'éruption seraient recouvertes pendant des semaines d'une pluie de cendres obscurcissant le ciel. Associées aux gouttelettes d'acide sulfurique formées à partir du dioxyde de soufre rejeté par l'explosion, les cendres, restant en suspension dans l'atmosphère des mois, voire des années durant, provoqueraient une baisse de température de plusieurs degrés sur l'ensemble de la planète. La moitié de la surface du globe se trouverait recouverte d'une fine couche de poussières qui "réduirait la circulation aérienne à néant, et aurait des effets désastreux sur la production agricole", estime Ilya Bindeman. Les ressources en eau potable, polluées par les pluies acides, seraient elles aussi menacées. Si bien que cet "hiver volcanique" provoquerait probablement un effondrement de la population et une diminution drastique du nombre d'espèces sur Terre. Difficile à croire ? L'éruption du Toba, rappelle que ce scénario de fin du monde est tout à fait possible.

Et si besoin était, des volcans jouant dans des catégories plus modestes donnent le ton. En 1815, l'éruption du Tambora, en Indonésie, a ainsi fait chuter la température moyenne de 0,7 °C, provoquant, en plein mois de juillet, gelées et tempêtes de neige en Amérique du Nord et en Europe, et faisant 60000 victimes de famine. L'éruption du Pinatubo aux Philippines en 1991 a fait baisser la température moyenne de 0,5 °C dans l'hémisphère Nord pendant deux ans.



Les images satellite ont alors confirmé l'effet planétaire de l'éruption : en quelques semaines, le nuage de dioxyde de soufre avait fait le tour de la Terre, entre 25° de latitude nord et 20° de latitude sud, soit 40 % de la surface terrestre. Mais ni le Tambora ni le Pinatubo ne sont des supervolcans.

Les hommes du XXI<sup>e</sup> siècle doivent-ils craindre l'éruption de tous les temps ? Pour l'heure, pas d'alerte imminente. A Yellowstone par exemple, si plusieurs milliers de petits tremblements de terre sont enregistrés chaque année par les sismographes de l'observatoire volcanique, seuls quelques-uns, de magnitude 3 à 4, se laissent percevoir. Et ils ne signalent, au dire des spécialistes, rien d'inquiétant. D'autant que les éruptions les plus récentes – il y a 70000 ans – furent d'un type beaucoup moins destructeur que celles à l'origine de la caldeira. Elles prirent la forme de lentes coulées de lave. Les géologues estiment que c'est ainsi que se manifesterait le plus probablement le monstre qui dort sous le parc... s'il venait à se réveiller.



# 50 km

C'est la hauteur qu'atteindrait la colonne de cendres et de gaz toxiques provoquée par l'éruption d'un supervolcan, qui ferait 10000 victimes directes.

*Des hommes et des techniques*

# FACE À LA FIN

# DU MONDE

76

*Ceux qui veulent se réfugier  
dans un bunker*

80

*Ceux qui en font des cauchemars*

82

*Ceux qui se préparent au pire*

88

*Ceux qui veulent fuir la Terre*

94

*Ceux qui veulent rendre  
l'homme invulnérable*

98

*Ceux qui pensent que le monde  
n'existe pas*

102

*Quand la fin du monde  
fait son cinéma*

106

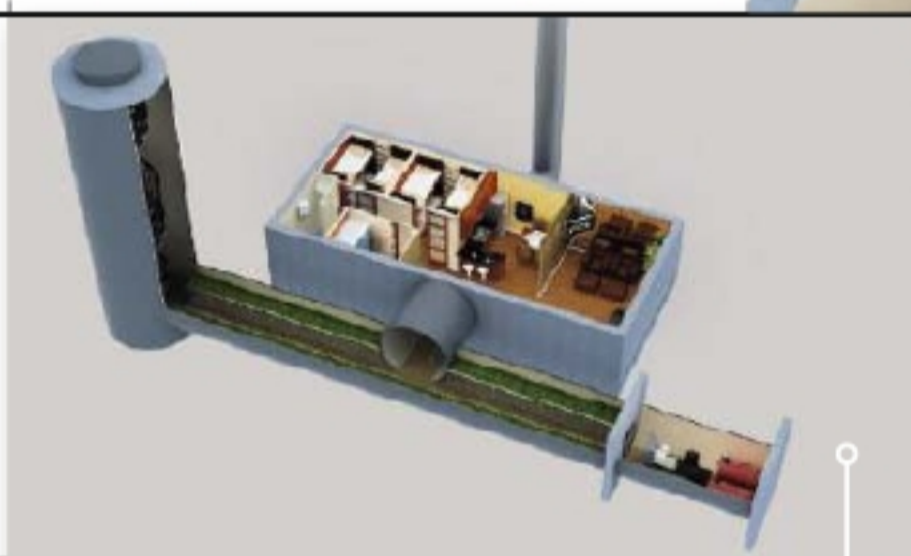
*La fin du monde... et après ?  
Journal d'un survivant*

114

*Sondage exclusif  
Les Français et la fin du monde*

# Ceux qui... veulent SE RÉFUGIER DANS UN BUNKER

*S'enfermer plusieurs mètres sous terre, dans un abri de béton censé résister à tout, qu'il s'agisse d'une explosion nucléaire ou d'un séisme: ils sont nombreux à miser sur cette solution, pour le cas où le pire arriverait. Au point d'engendrer un business en plein essor.*



GABRIEL SIMÉON

**P**eu importe d'où viendra la menace. Aux Etats-Unis, où les habitants sont, avec les Turcs et les Sud-Africains, ceux qui croient le plus à l'éventualité de la fin du monde – d'après un sondage effectué par Reuters en mai dernier –, de nombreuses entreprises spécialisées s'estiment déjà en mesure de proposer l'abri idéal pour affronter les pires scénarios. Deux d'entre elles, Radius Engineering et Vivos, disposent même d'un catalogue bien fourni de bunkers plus ou moins aménagés, plus ou moins vastes, garantissant dans tous les cas la sécurité pour toute une famille, voire plus: elles proposent en effet des abris pour 200 personnes pendant cinq ans, ou pour 1 000 personnes pendant un an! De véritables petites villes, conçues pour protéger contre n'importe quelle catastrophe, de la guerre biologique au tsunami géant, en passant par la chute d'un astéroïde, la tempête solaire ou des mégaséismes en série.

Les ambitions divergent, mais la philosophie reste la même: le futur appartient

surtout à ceux qui sauront se mettre à l'abri. Pour les Américains – qui ont aménagé par légions leurs sous-sols pour se protéger d'abord d'un "Armageddon" nucléaire durant la guerre froide, puis d'une tornade, d'une attaque terroriste ou d'un Fukushima bis – ou les Suisses – qui ont l'obligation depuis les années 1960 de creuser un abri antiatomique lors de la construction de tout nouveau bâtiment –, la planque idéale est d'abord souterraine. Et en béton.

### **Des forteresses antiatomiques**

"Nos abris sont des forteresses totalement imperméables, se targue Robert Vicino, le fondateur de Vivos. Construits entre 7 et 15 mètres sous terre, ils sont protégés par environ 1 mètre d'épaisseur de béton et d'acier, seuls matériaux capables de résister aux catastrophes qui s'annoncent." Une précaution que juge exagérée Aldo Ganarin, de la section Ouvrages de protection à l'Office fédéral suisse de protection de la population (OFPP), pour qui "un bunker situé 1 à 2 mètres sous terre et enveloppé dans

30 à 40 centimètres de béton est suffisant contre les radiations et le souffle d'une explosion atomique". Mais cette mesure s'avère pourtant insuffisante dans le cas d'une attaque directe: "Si le point d'impact de la bombe est à proximité immédiate de l'abri, il faut être au minimum à 50 mètres sous terre, explique Philippe Souquet, ingénieur d'études chez Amesis France, une entreprise fabriquant des bunkers de survie. A ma connaissance, seuls les militaires ont des abris assez robustes." Les bunkers commerciaux les plus courants, situés sous la maison, ne dépassent généralement pas 5 mètres de profondeur.

Sous terre, il faut pouvoir faire face à un autre danger: celui d'un tremblement de terre dévastateur. "Lorsque la structure est enterrée, elle est tenue par les remblais situés tout autour, poursuit Philippe Souquet. En cas de fort séisme, les vibrations seront ressenties, mais il y aura beaucoup moins d'effets destructeurs qu'en surface... à moins d'être situé pile sur la faille tectonique!" Les structures en tube – comme le tunnel sous la



L'air de la pièce est régulièrement alimenté en oxygène, et passe à travers un système de filtration qui retient les virus et les bactéries.

Sous terre, il faut aussi savoir s'occuper pour résister : la plupart des abris, prévus pour des collectivités, incluent des espaces de détente.

Les fabricants proposent des modèles plus ou moins vastes pouvant abriter toute une famille, voire des centaines de personnes.

Enfoui entre 7 et 15 m sous terre, protégé par 1 m de béton et d'acier, ce bunker a été conçu pour résister à une explosion atomique.

Manche – sont celles qui répartissent le mieux les charges. Elles ont cependant l'inconvénient de présenter un mauvais rapport prix/espace, contrairement au cube, légèrement moins efficace mais beaucoup plus économique. Néanmoins, *"les bunkers cubiques résistent très bien aux tremblements de terre"*, relativise Aldo Ganarin.

Un abri à l'épreuve du pire doit aussi résister à un tsunami ou à une gigantesque inondation causée par des pluies ininterrompues. Mais peut-on garantir l'étanchéité d'un bunker creusé sous terre ou dans la montagne ? *"C'est tout à fait possible, pour peu que le béton soit assez épais, assure Jean-Pierre Grünenwald, qui dirige une entreprise spécialisée dans l'étanchéité des gros ouvrages. Il reste cependant un point faible : l'entrée du bunker."*

Généralement constituée d'un long couloir descendant ou d'une cage d'escalier, celle-ci peut favoriser l'accumulation d'eau, retenant les survivants dans leur prison de béton. Pour y remédier, *"il faudrait prévoir une pompe d'évacuation*

Vivos, comment il parvient à rendre ses bunkers étanches...

Et l'isolation ne concerne pas que l'eau. Dans le cas de la chute d'un astéroïde soulevant un gigantesque nuage de poussières (voir p. 38), de l'éruption

## Si la bombe tombe à proximité immédiate de l'abri, il faut être au minimum à 50 m sous terre

PHILIPPE SOUQUET INGÉNIEUR D'ÉTUDES CHEZ AMESIS FRANCE, FABRICANT DE BUNKERS

d'eau dans le sas d'entrée", anticipe Philippe Souquet. Le constructeur américain Hardened Structures, qui propose des forteresses aménagées sur des îles malgré le risque évident de tsunami, n'a pas souhaité préciser, tout comme

d'un supervolcan inondant l'atmosphère de gaz toxiques (p. 70), d'une explosion dans une centrale nucléaire (p. 54) ou d'une pandémie de masse (p. 42), il faut pouvoir s'assurer que l'air que l'on respire est sain. Là encore, les constructeurs →

→ pensent à tout. Ainsi, chez Vivos, "l'air est filtré à travers un système NBC – nucléaire, biologique et chimique – qui ne laisse passer que les particules non contaminantes, inférieures à 0,03 µm", précise Robert Vicino. Comme chez les autres vendeurs de bunkers, il s'agit d'une succession de plusieurs filtres de type "Hepa" – présents dans les voitures et les climatisations – capables de retenir 99,97 % des particules supérieures à

disponible pour fonctionner. Les ingénieurs de Hardened Structures y ajoutent un système de capture du CO<sub>2</sub>, similaire aux premiers appareils de plongée "sans bulle" : un filtre à charbon fixe le carbone du CO<sub>2</sub> et renvoie l'oxygène dans la pièce, ce qui permettrait de tenir près de cinq cents heures si l'abri venait à être submergé. Quant à la chaleur et l'humidité, elles sont évacuées à travers les murs, le sol et le plafond. "C'est un peu

## La clé n° 1, c'est l'espace et le confort; la clé n° 2, la gestion de la vie en communauté

ROBERT VICINO FONDATEUR DE VIVOS, ENTREPRISE DE CONSTRUCTION DE BUNKERS

0,3 µm. "Les plus petits virus sont retenus magnétiquement, grâce à leur différence de charge avec l'un des filtres", détaille Christian Beuret, microbiologiste au laboratoire de Spiez, en Suisse. Là-bas, les abris sont alimentés de telle sorte que la quantité d'oxygène disponible soit toujours suffisante – au moins 18 % du volume d'air. En mode de fonctionnement normal, chaque personne reçoit 3 mètres cubes d'air frais par heure, volume qui se réduit de moitié lorsque le système de filtration est activé.

Ces dispositifs restent malgré tout dépendants de l'énergie électrique

comme une cave à vin, précise Philippe Souquet. Les résistances installées dans le système de ventilation chauffent déjà l'air. L'apport des occupants est très faible, et on maintient l'endroit à 20 °C avec une grande facilité."

### La question de la décontamination

"Un système de filtration de l'air, ce n'est pas suffisant. Si l'on veut entrer et sortir, il faut prévoir un sas de décontamination", estime pour sa part Hervé Raoul, directeur du laboratoire P4 Jean-Mérieux de Lyon, où sont manipulés les virus et bactéries de classe 4, les plus virulents.

Le principe: une salle spéciale, voire deux selon le risque, où scaphandres de protection et autres équipements, et bien sûr la salle elle-même, sont entièrement aspergés d'une substance chimique assez efficace pour éliminer les virus et bactéries nuisibles. Le constructeur de bunkers Radius Engineering prévoit ainsi la possibilité de décontaminer le bunker entier en y vaporisant – après en avoir évacué les occupants – une solution composée d'eau et de 10 % de chlore et en nettoyant manuellement les filtres à air. Dans les bunkers Vivos, une "douche de décontamination" est



► Ci-contre, l'entrée de la réserve mondiale de semences du Svalbard, en Norvège.



## Des chambres fortes souterraines existent déjà

Sur l'île norvégienne du Spitzberg, à 1000 km du pôle Nord, toutes les espèces de semences de la planète vont être stockées dans une forteresse creusée sous 120 m de roche et de glace. Plus de 645 000 échantillons sont déjà conservés à -18 °C. Certains seront sortis dans cent ans pour évaluer le potentiel de conservation de cette banque. Seul point faible du lieu, capable de résister à un missile et à une montée des eaux: il dépend totalement du réseau électrique extérieur.

Ce problème ne se pose pas à Eurajoki où a débuté un chantier qui, lorsqu'il sera terminé, vers 2020, devrait faire

de la Finlande le premier pays à enfouir définitivement ses déchets nucléaires. Ceux-ci seront enfermés dans des conteneurs en cuivre de 25 t, plongés dans des puits d'une dizaine de mètres recouverts de bentonite. Lorsque tous les déchets auront été enfouis, ce site creusé à 430 m de profondeur sera scellé pour 100 000 ans. "Seuls des événements rares, comme une chute d'astéroïde, présenteraient un risque pour les déchets nucléaires... mais il serait minime comparé aux autres conséquences de la catastrophe", relativise Risto Paltemaa, de l'Autorité finlandaise de sécurité nucléaire.



▲ L'entrée du bunker reste le point faible: l'abri est rejoint en descendant un long couloir où risque de s'accumuler l'eau en cas de fortes pluies.

prévue, sans qu'il soit possible d'en savoir plus. Pour tenir assez longtemps si la menace persiste en surface, il est primordial d'être autonome en énergie. Dans ses bunkers familiaux – 16 m<sup>2</sup> pour six à huit personnes –, Radius Engineering mise sur des panneaux solaires produisant assez d'électricité pour alimenter une pompe à eau, trois ampoules, un filtre à air, une radio d'émission/réception deux heures par jour ainsi qu'une télévision et un lecteur DVD. Mais que faire si un épais nuage venait à masquer le soleil de manière prolongée, ou si des gravats obstruaient les panneaux? Les autres constructeurs d'abris préfèrent se reposer sur un groupe électrogène carburant au diesel, comme Amesis France, qui relie le sien à une citerne de stockage de 1 000 litres. Couplé à un système de secours à dynamos, il permettrait de tenir trois mois.

Il faut également prendre soin de protéger ces installations des ondes électromagnétiques qui pourraient surgir d'une explosion nucléaire ou d'une éruption solaire. Pour Enzo Petrone, gérant d'Amesis France, il suffit d'équiper les pièces sensibles avec une armature spéciale, "une cage de Faraday [une enceinte étanche aux champs électriques et électromagnétiques] avec une certaine densité de grillage, une prise de terre et des bobines absorbant les ondes".

Une fois à l'intérieur, plusieurs possibilités existent pour s'approvisionner en eau: la puiser dans des nappes souterraines, récupérer l'eau de pluie – en la filtrant sur le même principe que l'air – ou, pour les plus méfiants vis-à-vis de l'environnement extérieur, prévoir une réserve propre couplée à une mini-station d'épuration. Les constructeurs en prévoient généralement au moins deux.

Le plus simple est encore de se nourrir. Spaghettis bolognaise, chili con carne ou saumon aux pommes de terre, la société américaine Moutain House anticipe déjà les ruptures d'approvisionnement dans les supermarchés et les longues années sous terre en proposant des plats potentiellement consommables... trente-cinq ans après l'achat! Chez Vivos et Survival Condo, on mise aussi sur des plantations de légumes hydroponiques (hors sols) automatisées et des élevages de poissons capables de prolonger de quelques mois la survie du groupe au-delà des réserves stockées.

#### Reste à savoir quand sortir...

Reste à savoir avec qui se mettre à l'abri. Cohabiter pour mieux survivre? Oui, répond Robert Vicino, qui monnaie 35 000 dollars le droit de copropriété dans l'un de ses six bunkers: "La clé numéro un, c'est l'espace et le confort. La clé numéro deux, c'est l'organisation d'activités durant l'isolement." Les abris estampillés Vivos se veulent ainsi l'égal d'hôtels quatre étoiles et incluent des espaces de détente, de sport et de dîner, et même un chenil pour animaux. "Le recrutement de notre communauté se fait de façon à ce que différents corps de métiers soient présents, du médecin au scientifique en passant par le professeur, le mécanicien, le militaire et l'artiste, poursuit Robert Vicino. En temps de crise, ce petit monde sera amené à fonctionner comme une équipe." Radius Engineering a même prévu un coiffeur...

De quoi donner, lorsque la fin du monde viendra, l'illusion d'une sécurité des plus totales. Du moins, le temps que le pire soit passé en surface. Sachant que ce temps pourrait s'éterniser: la question de savoir si la surface terrestre sera de nouveau hospitalière ne semble pas avoir beaucoup préoccupé les constructeurs de

## Où dénicher l'endroit le plus sûr du monde?

Le choix du lieu où installer l'abri est primordial: il faut éviter d'être à l'épicentre du désastre, et réduire le risque d'être affecté par ses conséquences. Robert Vicino, fondateur de Vivos, a choisi d'implanter ses deux principales forteresses dans le Nebraska et l'Indiana (États-Unis). Loin des côtes, des grandes failles sismiques et des possibles cibles d'une attaque nucléaire; près de sources d'eau, de terrains de chasse, de pêche et d'agriculture. L'idéal, selon lui: en montagne, à au moins 2 mètres sous terre et près d'une nappe phréatique. Philippe Souquet (Amesis France) acquiesce: "On y est plus à l'abri des bombes atomiques, qui risquent plus de tomber dans les vallées."

Quid des virus? "A haute altitude, l'exposition est limitée, mais certains agents pathogènes sont transportés par les vents sur des dizaines de kilomètres", prévient le chercheur Hervé Raoul. En France, en prenant en compte les différents risques, il faudrait se terrer dans le Jura. Plutôt que d'opter pour un seul lieu, à l'Office suisse pour la protection de la population, on préfère s'exiler loin de la catastrophe. Voire, pour Philippe Souquet, "sur la Lune". De quoi relancer l'idée d'une colonisation du système solaire (lire p. 88).

bunkers. Des détecteurs de pollution, de radioactivité, des récepteurs radios, des caméras? Autant de moyens de renseignement fragiles, susceptibles, de toute façon, d'être détruits. "Nos bunkers ne disposent pas, dans leur formule de base, de tels équipements, illustre Enzo Petrone, d'Amesis France. Nous pouvons les installer. On peut imaginer un poste d'observation sortant du bunker – il faudrait alors s'équiper avec des combinaisons spéciales, par précaution – équipé d'une caméra protégée contre les explosions. Nous sommes aussi en mesure d'installer des détecteurs de rayonnement." A chaque futur occupant d'un abri de décider quelle information lui sera indispensable avant d'envisager tout retour dans le monde extérieur...

SURVIVAL CONDO - M.TEFRE/GLOBAL CROP DIVERSITY TRUST

# Ceux qui... en font DES CAUCHEMARS

*Pour eux, c'est sûr, la fin du monde est pour le 21 décembre 2012. Et cette certitude angoissée les empêche de vivre... Mais sans aller jusqu'à l'obsession, une petite partie de la population se dit sensible aux arguments apocalyptiques. Et inquiète. Mais pourquoi ?*

PHILIPPE TESTARD-VAILLANT

**À**voir la flamme triste qui habite son regard, on devine que l'homme, croisé à la sortie d'une librairie éso-térique n'est pas dans son assiette. A 29 ans, Fabien (le prénom a été changé), patron d'agences immobilières dans le Var, marié et père de deux petites filles, a beau afficher tous les signes extérieurs de la réussite, il s'avoue "très angoissé par la fin du monde qui approche" et assure y penser "tout le temps, même si les scientifiques disent que c'est impossible". "Chaque nuit, je suis réveillé par des cauchemars de guerre, de cataclysme planétaire, confie cet utilisateur compulsif d'Internet et des réseaux sociaux. Des pensées morbides se mettent à tourner dans ma tête et je n'arrive pas à les canaliser. Cela s'était calmé pendant les vacances mais c'est revenu avec la rentrée."

Combien sont-ils, comme Fabien, à croire dur comme fer que ce jour-là signera la fin du monde? Impossible d'avancer un chiffre précis. Selon les spécialistes de la santé mentale, les allumés

de l'Apocalypse sont loin de surcharger les effectifs des services psychiatriques. "Pour l'instant, nos patients ne parlent pas de ce sujet, assure Marie-Jeanne Guedj, chef de service à l'hôpital Sainte-Anne, à Paris. Nous ne constatons ni rebond de fréquentation ni augmentation des appels téléphoniques en rapport avec le 21 décembre." Toutefois, pour Florian Ferreri, psychiatre à l'hôpital Saint-Antoine, "comme pour le bug de l'an 2000, les prédictions d'apocalypse pour 2012, relayées par des ouvrages et magazines, émissions télévisées, documentaires ou sites Internet égrenant les jours, les heures et les secondes nous séparant du grand chaos, peuvent 'enrichir' le discours délirant de certains sujets sensibles à la théorie du complot. La situation s'avère problématique quand la conviction que la fin du monde est imminente devient inaltérable, entraînant des troubles du comportement et du jugement, comme le fait de vouloir vendre tous ses biens avant la date fatidique."

Nombreux, en revanche, sont ceux et celles qui, sans souffrir d'obsessions "idéatives" – morbides et persistantes – relatives à la fin du monde, prêtent une oreille attentive aux croyances apocalyptiques. On se rappelle le couturier Paco Rabanne se réclamant de Nostradamus et prophétisant la fin du monde pour le 11 août 1999, ou les pseudo-prédictions mayas pour une fin le 21 décembre 2012.

## **Une personne sur 10 y croit**

Un sondage réalisé en mai 2012 par Ipsos pour l'agence Reuters dans 21 pays, dont la France, l'Allemagne, la Chine, les Etats-Unis, la Russie, le Japon, l'Afrique du Sud, montre que près de 15 % des sondés pensent faire de leur vivant l'expérience de la fin du monde, et 10 % que l'Apocalypse pourrait se produire à la veille du réveillon.

Qu'une personne sur dix affirme que la fin du monde risque d'advenir avant la fin de l'année, Milena Jugel, doctante en psychologie à l'université de Bordeaux Segalen, dit ne pas en être





"particulièrement choquée, dans la mesure où l'on parle de 'risque' et non de 'certitude'. La date du 21 décembre 2012 est tellement médiatisée qu'elle en devient en partie crédible. Quand un discours est reproduit pendant plusieurs mois à l'identique, par plusieurs sources d'informations, certains peuvent y voir une forme de preuve sans toutefois y adhérer complètement".

Nul doute, par ailleurs, que la série de crises (financière, économique, sociale, climatique, énergétique, alimentaire, sanitaire...) qui secoue le système mondial, et dont personne ne sait ce qu'il en sortira, favorise la floraison des prédictions apocalyptiques dans nos sociétés enserrées entre les deux meules de l'incertitude et de l'inquiétude. De même, des mutations impensables voici quelques décennies (fin de la rivalité Est-Ouest, montée en puissance des pays émergents...) cassent bon nombre des schémas qui structuraient notre vision du monde. Les instruments de communication étant de plus en plus

puissants et de plus en plus nombreux à amplifier les flux d'information sur ces crises et ces bouleversements, "le sentiment de perte de contrôle peut, du coup, être assez grand", poursuit Milena Jugel. Dans un univers globalisé qui apparaît angoissant car tout à la fois en évolution rapide, en rupture et en péril, se fixer sur une date de fin du monde permet

**Même si les scientifiques disent que c'est impossible, je suis très angoissé par la fin du monde**

FABIEN, PATRON D'AGENCES IMMOBILIÈRES DANS LE VAR

d'"oublier un instant que l'on manque de contrôle sur les événements, d'occulter l'impression d'impuissance face à des choses qui nous échappent".

Par-delà la naïveté et surtout le manque de repères dont témoigne la croyance en la fin prochaine du monde, se focaliser sur

le 21 décembre 2012 "aide à désinvestir, à neutraliser partiellement un certain nombre de causes de déplaisir personnel ou collectif", renchérit la psychanalyste Sylvie Le Poulichet, du Centre d'études en psychopathologie et psychanalyse de l'université Paris-Diderot. "On peut imaginer que, parmi les 10% de personnes assurant croire aux soi-disant prophéties mayas, bon nombre se sentent à tort ou à raison dans une certaine impasse quant à leur devenir propre. Elles peuvent alors inconsciemment déplacer leurs angoisses sur ce supposé événement final à venir."

### Une façon d'identifier ses peurs

Et si, à l'instar des cauchemars où le dormeur se voit lui-même mort, mais qui le rassurent car il y voit aussi ses proches explorés dire tout le bien qu'ils pensaient de lui, la principale fonction des croyances apocalyptiques était de permettre aux groupes sociaux de se dire: "Nous avons redouté notre fin. Or, elle n'est pas arrivée. Maintenant, préparons l'avenir"? Milena Jugel n'est pas de cet avis: "Une fin du monde 'ratée' n'a pas vraiment d'effet bénéfique. Par le passé, ceux qui y croyaient avaient aussitôt prévu une autre date." Rien qu'au XX<sup>e</sup> siècle, les prévisions de fin du monde se sont succédées: 1910, 1914, 1982, 1999, 2000, pour ne citer que les plus célèbres. Tandis que sur la Toile, au début de l'année, 2012 était la date de fin du monde quasiment unique, on observe ces derniers mois une pléthore de nouvelles échéances, "au cas où": février 2013, 2014, 2016...

Les prédictions d'Apocalypse ne sont donc pas près de disparaître. Et si la fonction sociale de la croyance en la fin

du monde reste imprécise, c'est qu'"il y a encore peu de travaux à ce sujet, explique Milena Jugel. Mais, globalement, on peut dire que les prédictions permettent de récupérer le contrôle en situation de crise, de fixer les peurs, les angoisses, sur un point précis".

# Ceux qui... SE PRÉPARENT AU PIRE



*Si la fin du monde se produit, ils ne seront pas pris au dépourvu ! Stock de nourritures, équipements assurant une autonomie énergétique, médicaments... Pour avoir toutes les chances de durer, certains prônent un "survivalisme tranquille". A l'instar de Sandrine et Emmanuel. Qui ont fait de la survie un projet de vie.*

REPORTAGE YVES SCIAMA - PHOTOS STEPHANE REMAEL

**S**urvivaliste : le terme fleure bon le bunker enterré, le nettoyage d'armes et la lutte féroce pour la survie. Il désigne l'individu qui, anticipant une catastrophe, s'apprête à ne compter que sur ses propres forces et moyens pour survivre. Ce qui implique de savoir s'alimenter, se protéger des intempéries, se soigner sans l'aide des infrastructures de nos sociétés modernes. Et de résister aux autres survivants, moins bien lotis et sans scrupule. Du moins est-ce ainsi que se dessinent les grands traits du mouvement survivaliste, né aux Etats-Unis durant la guerre froide – et culminant au moment de la crise des missiles de Cuba en octobre 1962 – de la crainte d'une guerre nucléaire et du risque de chaos qui s'ensuivrait. D'où les associations aux armes et aux bunkers. Mais le survivalisme a ensuite considérablement évolué à mesure que s'éloignait le péril nucléaire. Désormais, il désigne tout autant une doctrine de la responsabilité et de la préparation – d'ailleurs, aux Etats-Unis, on parle de *preppers*, "ceux qui se préparent" –, face au risque quel qu'il soit.

C'est dans cette approche qu'a choisi de se placer le plus célèbre couple de survivalistes français. Quand on franchit le seuil de la maison de Sandrine et Emmanuel, on se retrouve d'autorité équipé, non pas d'un gilet pare-balles, mais d'une paire de pantoufles violettes. C'est le seul sésame indispensable à quiconque veut fouler l'étincelant carrelage de leur logis vaste et clair, décoré de meubles colorés et design. Films, livres, disques, bibelots, jeux de société s'alignent sur les étagères.

### **Anticiper tous les risques possibles**

C'est que se pratique ici un survivalisme ouvert et pacifique, destiné à la famille Tout-le-monde, pour laquelle le couple a forgé le terme de "survivalisme familial". L'idée n'est ici pas d'être à couteaux tirés avec d'autres survivants pour mettre la main sur les dernières ressources vitales, mais d'espérer survivre, le mieux et le plus longtemps possible, à l'abri du chaos. "Le mot survivaliste n'est pas facile à porter, avoue Sandrine, jeune ingénieure sportive et pimpante mère de deux enfants de 6 et 9 ans; nous avons mis du temps à

nous résoudre à le revendiquer, et parfois encore, nous nous interrogeons sur sa pertinence..." Ce qui est sûr, c'est que le "survivalisme familial" a le vent en poupe. Le site Internet [www.terre-nouvelle.fr](http://www.terre-nouvelle.fr) qu'animent Sandrine et Emmanuel depuis quatre ans a atteint les 70 000 visites par mois, et la courbe ne cesse de monter.

Ainsi, pour le couple, tout survivaliste doit commencer par une sauvegarde de ses documents administratifs et professionnels, disposer d'alarmes anti-incendie, d'un extincteur et d'une trousse de secours à portée de main. Et plus généralement, mener une réflexion sur les risques individuels, accidents, blessures, agression, ou chômage, et sur les stratégies permettant de les réduire. *Idem* pour les risques à plus grande échelle : inondation, accident industriel voire nucléaire, perturbation temporaire des grands réseaux d'approvisionnement en eau, électricité, carburants, nourriture... Autant de scénarios pris au sérieux. Résultat : leur maison et son terrain de 6 000 m<sup>2</sup> ne cessent d'être revus et corrigés pour assurer le maximum d'autonomie, entre stocks de





▲ Eau et produits non périssables, le couple a déjà stocké six mois de nourriture de survie dans sa cave.

nourriture, d'énergie, d'outillage, puits, éolienne et panneaux solaires... "La plupart des gens vont se retrouver totalement démunis si un seul des systèmes d'approvisionnement du pays lâche plus de quelques heures, constate Sandrine. Car les pannes ou les catastrophes naturelles, ça existe, pas besoin d'évoquer l'apocalypse!" Irréfutable. Il est d'ailleurs frappant de voir qu'une des règles-phare des survivalistes – avoir le nécessaire pour 72 heures d'autonomie complète chez soi – est endossée par une institution aussi peu subversive que la Croix-Rouge, qui a consacré un site particulièrement édifiant à l'autoprotection du citoyen. En parcourant les pages, on finit par se demander pourquoi notre pratique à tous est si éloignée de cette prudence, en définitive élémentaire, sans rapport avec une quelconque paranoïa. "C'est parce qu'il

y a une déresponsabilisation générale, juge Emmanuel, la quarantaine carrée, dont la mine sévère s'éclaire de temps à autre d'un large sourire enfantin. On s'en remet au système même pour des choses que l'on pourrait faire soi-même, et la société aggrave cela en rendant compliquée voire impossible l'autonomie,

nécessairement meilleur, mais plus fragile" –, interdiction de consommer l'eau de son toit, difficultés pour produire sa propre électricité, etc. "Au final, juge-t-il, nous sommes sans doute la première ou la deuxième génération de l'histoire qui achète absolument tout ce qu'elle consomme, et où chaque individu est

## Pas besoin d'apocalypse : les catastrophes, ça existe ! Et les gens se retrouvent alors démunis

EMMANUEL, SURVIVALISTE

même dans des domaines où elle serait techniquement viable."

Emmanuel cite des exemples : graines que l'on ne peut plus ressemer, élimination progressive de l'assainissement individuel au profit du collectif – "pas

devenu incapable de subvenir même à une partie de ses besoins de base."

C'est d'ailleurs en en prenant brutalement conscience, un jour de 2004, que le couple a réorienté sa vie vers la quête de l'indépendance. Cette année-là, →

→ Emmanuel, alors dirigeant d'une entreprise de consulting employant 17 ingénieurs, dont son épouse, est victime d'une grave maladie. Très vite, le couple se retrouve à deux doigts de perdre sa maison. Ils finiront par remonter la pente une fois la santé revenue, mais n'oublieront jamais la sensation de vulnérabilité et de dépendance occasionnée par cette épreuve. De la volonté de sortir de cette vulnérabilité, sur tous les plans, naîtra leur prise de conscience survivaliste.

### La menace de la crise écologique

Mais tout de même, les survivalistes ne se préparent-ils pas, avant tout, à la fin du monde? "A la fin du monde tel que nous le connaissons", corrige Sandrine, qui confesse qu'elle ne la croit pas imminente mais, à terme, inévitable. Pourquoi? A l'évidence, le couple n'a pas de prétentions théoriciennes et s'intéresse davantage aux livres techniques qu'à la littérature traitant de l'effondrement. Mais leur analyse, pour simple qu'elle soit, est redoutablement efficace. "Nous vivons la conjonction de plusieurs crises, à commencer par la crise écologique", constate Emmanuel, qui cite pêle-mêle le climat, la biodiversité, la disparition des milieux naturels, le modèle agricole "qui a presque tué la terre. Nous avons essayé de planter sur un terrain qui avait été soumis à l'agriculture intensive, et on s'est vite rendu compte qu'il n'y avait pas un ver de terre ou un insecte dans le sol..." Difficile de ne pas se dire, à écouter ce couple tellement comme tout le monde, que loin de tout catastrophisme, ces gens prennent



surendettés. Il juge par ailleurs que nos circuits d'approvisionnements sont trop complexes, que les énergies fossiles sur lesquelles reposent notre économie se raréfient, ainsi qu'énormément de ressources indispensables. Au final, tout le système aurait atteint un degré de

pourtant Emmanuel sans hésitation. *En ville on peut parer au plus pressé, avoir des vivres et de l'eau, du chauffage et des sources de lumière non électriques; mais si la société entre en crise, alors il n'y aura de salut qu'en milieu rural. Ceux qui ne peuvent pas partir, nous leurs recommandons de s'aménager ce qu'en termes survivalistes on appelle une BAD, pour Base arrière de défense, un endroit à la campagne, chez une grand-mère, par exemple, où se replier si les choses tournent mal, et d'où il sera possible de voir venir ensuite...*

Pour cette BAD (celle de Sandrine et Emmanuel – leur propre maison – est déjà prête), l'autosuffisance en eau est l'un des premiers chantiers. Ici, le terrain possède un puits, les pluies sont captées dans des citernes et il y a une piscine "qui peut nous fournir une autonomie assez importante en cas de besoin". En outre, d'imposants stocks d'eau minérale s'empilent dans la cave. Deuxième chantier, l'autonomie alimentaire. "Celle-ci →

## Le mieux est de quitter les villes : si la société entre en crise, il n'y aura de salut qu'en milieu rural

EMMANUEL, SURVIVALISTE

tout simplement au sérieux – plus que bon nombre de décideurs? – le discours des scientifiques depuis des années, à savoir que notre monde est de moins en moins soutenable...

"Mais il n'y a pas que l'écologie", poursuit Emmanuel, pour qui la crise financière témoigne de ce que nos entreprises, nos collectivités locales et nos Etats sont

fragilité inédit. D'autant, insiste-t-il, que notre interdépendance est poussée à l'extrême. Du coup, la moindre secousse économique en un point du monde peut avoir des impacts imprévisibles.

Comment, alors, peut-on se préparer à un effondrement? Tout le monde n'a pas 6000 m<sup>2</sup> dans la Drôme! "Le mieux est de quitter les villes, affirme



▲ Sandrine, Emmanuel et leurs deux enfants disposent d'un nécessaire de survie tout prêt, et sont en mesure d'évacuer en 3 min chrono.



▲ Pour s'assurer une autonomie énergétique, le couple dispose d'une éolienne de 3,5 kw, de fabrication maison, et de panneaux solaires ; par la suite viendra un groupe électrogène à gazogène.

## Le survivalisme version paramilitaire

Le "survivalisme familial" pratiqué par Terre Nouvelle ne fait pas l'unanimité. Il est parfois qualifié de "survivalisme bisounours" par les plus durs du mouvement, ceux qui s'intéressent au maniement des armes et aux techniques de combat. Dans la tradition survivaliste, la question des armes occupe une place centrale — qui s'explique en partie par l'origine et les connexions américaines de ce courant de pensée. Ainsi le blog survivaliste francophone le plus fréquenté est animé depuis les États-Unis par Vol West, proche du mouvement libertarien américain. Ce dernier se définit par une extrême hostilité à l'État et prône l'armement de la population. Aux

États-Unis, les survivalistes sont une force considérable, proche du lobby des armes à feu, avec des blogs très lus ([survival.com](http://survival.com), par exemple), des émissions, des activités multiples. Vol West lui-même se dit apolitique. Sur son blog, il se garde de tout extrémisme et défend un survivalisme civique basé sur l'autonomie et la responsabilité individuelle. Mais c'est aussi un passionné d'armes : sa compagne et lui en détiennent une dizaine et s'entraînent au tir plusieurs fois par semaine. Et quoi que l'on pense de l'individu Vol West, il est certain que le survivalisme séduit aussi des personnalités attirées par l'idée d'amasser des armes et des vivres dans des

lieux sécurisés. En France, sans qu'il soit réellement possible de connaître son influence, on sait que la droite identitaire est active dans les milieux survivalistes. Sur les blogs du mouvement, on voit régulièrement les "grèves", le "déracinement" ou l'"immigration" cités parmi les maux de la civilisation, au même titre que la dette, la pollution ou l'épuisement des ressources. Par-delà le discours public sur la préparation et l'autonomie tenu par la plupart des survivalistes, certains appellent de leurs vœux l'effondrement. En espérant que grâce à leurs armes et à leur préparation, il émergera une société plus conforme à leurs idées.



▲ Sur leur terrain de 6 000 m<sup>2</sup> dans la Drôme, la famille survivaliste élève des volailles et cultive fruits et légumes. L'objectif étant de pouvoir atteindre, en cas de besoin, l'autonomie alimentaire.



→ est surtout une question de savoir-faire une fois que l'on a du terrain", explique Emmanuel. La stratégie consiste à avoir amassé chez soi suffisamment de nourriture issue du commerce – conserves, pâtes, sucre, farine, huile..., tout ce qui peut se conserver plusieurs mois – pour tenir jusqu'à ce que des cultures mises sur pied à la hâte en cas de crise puissent commencer à produire, soit environ un an. Ce qui suppose un peu de gestion des dates de péremption, mais rien d'insurmontable. Pour l'instant, le couple en est à six mois d'autonomie, mais le stock augmente peu à peu.

### **Planter, cultiver et conserver**

Par ailleurs, il faut avoir les semences et les compétences suffisantes pour être capable de se nourrir soi-même. Le grand potager familial atteste que l'acquisition de ces compétences est en bonne voie. Mais il faut également acquérir un savoir en matière de conservation des aliments: "Autrefois, on savait saler, sécher, mettre

en conserve sa production, puisqu'il n'y avait pas de réfrigérateur. Tout cela, nous sommes en train de le réapprendre", commente Sandrine. Quant aux pensionnaires du petit poulailler, ils auront éventuellement mission d'améliorer l'ordinaire.

Autre chantier important, celui de l'autonomie énergétique. Douze tonnes de bois s'empilent dans un coin du terrain. De quoi chauffer les poêles de la maison pendant un bon moment (deux ans environ), et éventuellement alimenter le futur groupe électrogène à gazogène (donc à bois) qu'Emmanuel a prévu de construire, en transformant le modèle au fuel qui trône déjà dans l'atelier. Par ailleurs une éolienne de 3,5 kW, ainsi que des panneaux solaires sont en cours d'installation. L'investissement n'est pas négligeable, 12 000 euros pour la seule éolienne; et encore, pour éviter que la facture s'envole tous les travaux ont été effectués par le couple. A terme, dans cette région ventée, l'autonomie énergétique de la maisonnée semble

à portée de main. Par-delà l'eau, la nourriture et l'énergie, d'autres objectifs jalonnent cette route vers l'autonomie. La santé, par exemple: Sandrine et Emmanuel sont secouristes tous les deux, mais ils souhaiteraient élever leur savoir médical: avoir des notions de kiné, de phytothérapie, etc. Plus généralement, pour les survivalistes, l'accumulation de compétences de toutes sortes est constamment recherchée.

Car en période de crise, tout savoir est utile, et éventuellement susceptible d'être troqué ou monnayé, depuis la réparation de voitures à la soudure, en passant par l'électronique. D'ailleurs, une bonne part des conversations sur les sites Internet survivalistes est consacrée à des problèmes de bricolage et de jardinage! Et puis il y a le souci de pouvoir évacuer rapidement les lieux, en principe en moins de trois minutes, qui est une marque de fabrique des survivalistes (et Fukushima leur en a confirmé le bien-fondé). Un nécessaire d'évacuation



▲ Soudure électrique, bricolage..., enfants et parents doivent apprendre à se débrouiller dans toutes les situations...

(duvets, trousse à pharmacie, pastilles de purification d'eau, aliments et dispositifs de cuisson, vêtements, quelques outils...) ainsi que des itinéraires qui tiennent compte des congestions potentielles, avec des points de chute, ont été prévus.

Et la défense personnelle? Contrairement à une partie de la mouvance survivaliste, le couple n'est guère intéressé par les armes. Néanmoins, ils ont passé leur permis de chasse et possèdent donc, en toute légalité, une arme à feu. Ils possèdent également une puissante arbalète, dont les traits pointés d'acier sont fort dissuasifs; et ils ne sortent pas sans une bombe lacrymogène chacun – à quoi il faut ajouter la pratique de divers arts martiaux. Manifestement, ce n'est cependant pas leur préoccupation première: "On peut avoir besoin de se défendre une fois, remarque Emmanuel, mais on aura besoin de manger et boire tous les jours. Cela fixe les priorités."

Décidément, la cohérence est là. Mais tout de même, au final, se préparer

individuellement, n'est-ce pas une perspective égoïste? "Au contraire, proteste Sandrine, c'est une vision civique des choses. Si la société connaît une crise, des difficultés d'approvisionnement, une tension sur les services d'urgence, le fait qu'il y ait beaucoup de gens autonomes améliore nettement la résistance du

éduquées, simplement soucieux de prendre en main leur sort et celui de leur famille. Qui n'a pas réfléchi au moins une fois au lieu où il pourrait se réfugier, si la société se disloquait un jour? De quoi se demander si finalement, les vrais irresponsables ne sont pas ceux qui remettent leur destin dans les mains

**En cas de crise, le fait que beaucoup de gens soient autonomes pourra améliorer la résistance du système**

**SANDRINE, SURVIVALISTE**

système. Cela fait autant de personnes qu'il n'y aura pas besoin de secourir, d'alimenter, et qui, au contraire, peuvent en prendre d'autres en charge." D'ailleurs, le couple affirme que les gens qu'ils voient arriver vers eux sont très souvent des gens responsables, issus de catégories socioprofessionnelles

d'un système toujours plus fragile. Et si les plus citoyens d'entre nous n'étaient pas justement ces survivalistes, moqués pour leur paranoïa et vilipendés pour leur individualisme? Tandis que la porte de Sandrine et Emmanuel se referme sur les rires de leurs enfants, on se dit que la question mérite d'être posée.

# Ceux qui... VEULENT FUIR LA TERRE



*Plutôt que d'attendre la catastrophe finale, certains n'hésitent pas : la meilleure solution serait de trouver refuge sur... une autre planète. A condition d'en dénicher une propice à la vie. Et de pouvoir la rallier pour y installer une colonie de Terriens. Pas gagné...*

MATHIEU GROUSSON

**É**viter un désastre planétaire au cours du prochain siècle va être difficile – et ne parlons pas des millénaires ni des millions d'années à venir. Mais je suis optimiste. Si nous pouvons l'éviter pendant les deux prochains siècles, notre espèce pourrait s'en tirer en se répandant dans l'espace." L'optimiste qui situe le seul espoir de salut de l'humanité dans les étoiles n'est autre que le célèbre astrophysicien Stephen Hawking, livrant sa vision du futur au site "Big Think" en août 2010. Rien d'étonnant à ce qu'un spécialiste du cosmos puisse l'envisager comme l'habitat ultime de l'espèce humaine. Rien d'étonnant non plus à ce que cette solution de la dernière chance s'invite largement dans les esprits, dès lors qu'il s'agit de songer à l'avenir des hommes à très long terme.

D'une part, la foi reste grande dans les capacités de l'homme à conquérir l'espace – plus de 60 % des Français pensent que l'homme colonisera un jour une autre planète. Au vrai, cela fait des siècles que l'homme rêve d'ouvrir la route des étoiles. Selon certains, ce serait même

imminent. En témoignent plusieurs clubs ou associations tels que la Mars Society, qui milite pour une colonisation de la planète rouge, ou la British Interplanetary Society, promoteur, dans le courant des années 1970, du projet "Daedalus" visant à concevoir une sonde interstellaire. En septembre dernier, un symposium dont le président d'honneur n'était autre que Bill Clinton, ex-président des Etats-Unis, a quant à lui lancé le projet "100 Year Starship", notamment financé – même si la somme est dérisoire – par la très sérieuse Agence pour les projets de recherche avancée de défense (Darpa). Objectif : préparer toutes les étapes d'un voyage spatial habité à destination d'autres étoiles à l'horizon d'un siècle.

### **Un territoire encore hors de portée**

D'autre part, les nouvelles du globe sont mauvaises : biodiversité en chute libre, climat bouleversé, ressources naturelles dans le rouge, population toujours plus nombreuse... Les scientifiques ne tirent-ils pas régulièrement la sonnette d'alarme ? La santé de la planète

n'est-elle pas en péril ? Dès lors, n'est-il pas logique, autant que faire se peut, de se préparer dès à présent à prendre le chemin d'autres planètes, à construire un refuge dans les étoiles ?

Eh bien... non. Qu'il s'agisse d'un nouveau terrain de conquête ou de la dernière zone de repli où survivre, l'espace est, en réalité, très loin d'être à la portée des hommes. Certes, comme le rappelle Roland Lehoucq, astrophysicien au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), "la question de la colonisation de l'espace est intéressante en ce sens qu'elle est pensable dans un cadre scientifique. Autrement dit, aucune limite physique fondamentale ne la discrédite d'emblée". Mais d'ajouter qu'"il est néanmoins très clair qu'à ce jour, l'humanité est à des années-lumière de devenir une civilisation spatiale". Et qui sait si elle le deviendra jamais...

Qu'on en juge. Très concrètement, un peu moins de 500 astronautes se sont arrachés à l'attraction terrestre depuis qu'en 1961, Youri Gagarine a pour la





▲ Dans le cratère météoritique de l'île Devon, terre déserte et hostile de l'Arctique canadien, la Nasa et l'organisme Mars Society effectuent des simulations en vue d'un séjour sur Mars.

première fois accompli un tour de la Terre en orbite. Et ils ne sont que 12 à avoir effleuré le sol lunaire. Quant à notre occupation actuelle de l'espace, elle se résume à une poignée d'hommes et de femmes séjournant à bord de la Station spatiale internationale (ISS). Certes, de façon permanente, mais dans un "vaisseau" positionné à seulement 350 kilomètres d'altitude et, surtout, totalement tributaire de la Terre pour couvrir les besoins de l'équipage. Quant au futur, les Etats-Unis ont abandonné tout projet de retour sur la Lune. Et comme l'indique Francis Rocard, responsable des programmes d'exploration du système solaire au Centre national d'études spatiales (Cnes), "l'éventualité d'un voyage vers Mars ne déclenche guère plus qu'un peu de recherche et développement dans les labos".

Pour parler de civilisation spatiale, ou du moins pour que l'espace devienne un éventuel refuge, il faudrait au minimum

être capable d'expédier en orbite une fraction significative de l'humanité. Or, un lanceur standard, telle la fusée Ariane, possède une capacité d'emport (soit la masse maximale qu'il peut placer en orbite) d'environ 10 tonnes. Ainsi, selon Stéphane Mazouffre, du laboratoire Icare,

hypothétique lanceur lourd, tel que l'était la fusée Saturne V, qui projeta jadis Neil Armstrong vers la Lune, capable d'acheminer 118 tonnes en orbite basse et que la Nasa évoque du bout des lèvres, qui changerait radicalement la donne. Si l'on ajoute à cela que le

## Aucune limite physique ne discrédite d'emblée l'hypothèse d'une colonisation de l'espace

ROLAND LEHOUCQ ASTROPHYSICIEN AU COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE (CEA)

à Orléans, "actuellement, on peut tout au plus imaginer placer quelques milliers de tonnes en orbite, de quoi accueillir et faire vivre une dizaine de personnes".

Autrement dit... on ne fait rien ! Et franchement, ce n'est pas un

coût d'un lancement représente environ 20000 dollars par kilogramme, il paraît illusoire d'imaginer coloniser l'espace de la sorte, ou tout simplement s'y réfugier, sans avoir au minimum de très bonnes raisons de débloquer des crédits qui, →



▲ L'occupation humaine de l'espace se résume à la Station spatiale internationale, à 350 km de la Terre.

→ en nos temps de crise économique, font déjà défaut...

Tout n'est cependant pas perdu. Car les spécialistes ont dans leur manche une carte qui permettrait de réduire de façon très substantielle le coût d'un acheminement aux portes de l'espace : il s'agit de l'ascenseur spatial. Soit, schématiquement, un filin de plus d'une centaine de milliers de kilomètres descendant, via des nacelles, des stations en orbite géostationnaire, à l'aplomb du "rez-de-chaussée" terrestre. "De cette façon, on peut imaginer placer en orbite 10 à 100 tonnes par jour pour un coût de

quelques dollars le kilogramme", estime Roland Lehoucq. Problème, un tel système n'existe tout simplement pas. En tout cas, pas encore... Car depuis la mise au point des nanotubes de carbone, six fois plus légers que l'acier et cent fois plus résistants, il existe au moins un matériau qui permettrait de fabriquer cet ascenseur spatial. Reste que la technologie ne permet aujourd'hui d'envisager que des nanotubes de quelques centimètres de longueur...

Pour autant, la vraie question est ailleurs. Car si c'est une chose que de vouloir acheminer quelques personnes



en orbite, voire des populations entières, c'en est une autre que de les rendre indépendantes vis-à-vis de leurs besoins en air, en eau et en nourriture, sans même parler de l'énergie et des matières premières. De fait, s'il est possible (et indispensable !) de ravitailler chaque mois l'ISS, qu'en serait-il d'une station où se seraient réfugiés les survivants d'un cataclysme mondial, à

## Quel moteur pour gagner les étoiles ?

Pour quitter le système solaire, un moteur à propulsion chimique, tels ceux utilisés pour arracher capsules et satellites artificiels à l'attraction terrestre, n'a que peu d'intérêt. Même si leur puissance est colossale, au regard des distances à parcourir, il serait impossible d'embarquer le carburant nécessaire pour atteindre une vitesse substantielle. Les autres solutions de propulsion envisagées n'existent pour l'heure que sur le papier. Un moteur à fusion nucléaire, comme proposé dans les années 1960 par le physicien Robert Bussard ? Aucun réacteur de ce type n'est aujourd'hui en mesure de fournir de l'énergie, ne serait-ce que sur Terre. Et le principe même de la fusion nucléaire contrôlée est encore à valider expérimentalement. Un moteur à antimatière ? Il n'existe que dans l'esprit des auteurs de science-fiction.

Seule option envisageable : un moteur à plasma. "On peut imaginer communiquer, au mieux, une vitesse de 10 km/s à un vaisseau de 1000 t, estime Stéphane Mazouffre, du laboratoire Icare. A condition de consacrer la moitié de la masse du vaisseau au carburant et au système de propulsion, et d'alimenter ce dernier avec quelques mégawatts. Ce qui nécessiterait rien de moins que l'embarquement d'un réacteur nucléaire et de son système de refroidissement." Pour quel résultat ? Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche, dont rien n'indique qu'elle abrite une planète habitable, au terme de 130 000 ans de voyage ! Sauf à imaginer un vaisseau — une arche de l'humanité — qui errerait sans fin dans le cosmos, porté par les courants de l'espace-temps, dont la carte est de mieux en mieux connue (voir S&V n° 1079).

NASA/SCIENCE PHOTO LIBRARY/COSMOS - FRANCIS DEMANGE/ZEPPELIN NETWORK/EK TADOC - DAVID HURN/MAGNUM PHOTO



◀▲ Entre 1991 et 1994, dans le désert de l'Arizona, le projet Biosphère 2, un écosystème complet reproduit sous un dôme de verre, a tourné au désastre...

plus forte raison si cette dernière se trouvait au-delà de l'orbite terrestre, voire sur une autre planète ?

### **Des biosphères artificielles à l'essai**

Le problème n'est pas nouveau. Dans les années 1970, lorsque le physicien américain Gerard O'Neill imaginait des colonies interplanétaires de 10000 à 100000 personnes, il avait déjà parfaitement conscience que les cylindres géants où elles devaient s'épanouir devraient reproduire une biosphère complète afin de constituer un véritable habitat spatial, autonome et pérenne...

En matière de biosphère artificielle, l'expérience la plus poussée jamais réalisée reste le projet Biosphère 2. Dans les années 1990, un écosystème fermé complet a été reproduit sous un dôme de verre couvrant une surface de 1,27 hectare, dans le désert de l'Arizona, aux Etats-Unis. Résultats après deux ans d'isolement entre septembre 1991 et septembre 1993 : un taux d'oxygène dans l'air diminuant dangereusement de 0,5 % par mois, une photosynthèse insuffisante, trop de carbone dans les sols et des micro-organismes produisant des quantités inquiétantes de dioxyde

de carbone, heureusement absorbé, contre toute attente, par la structure en béton du dôme. Et en prime, une invasion de cafards ! Quant à la seconde "mission", commencée en 1994, elle a rapidement avorté après qu'un des sept "membres d'équipage" a délibérément ouvert le dôme à la suite d'une dispute... Autrement dit, dans l'espace ou sur une planète hostile, non seulement Biosphère 2 serait vite devenue un enfer,

mais il se pourrait que ses occupants se soient entre-tués avant même d'avoir à survivre dans un environnement devenu hostile. Dans l'équation d'un sauvetage de l'humanité, le facteur humain n'est peut-être pas la moindre des inconnues...

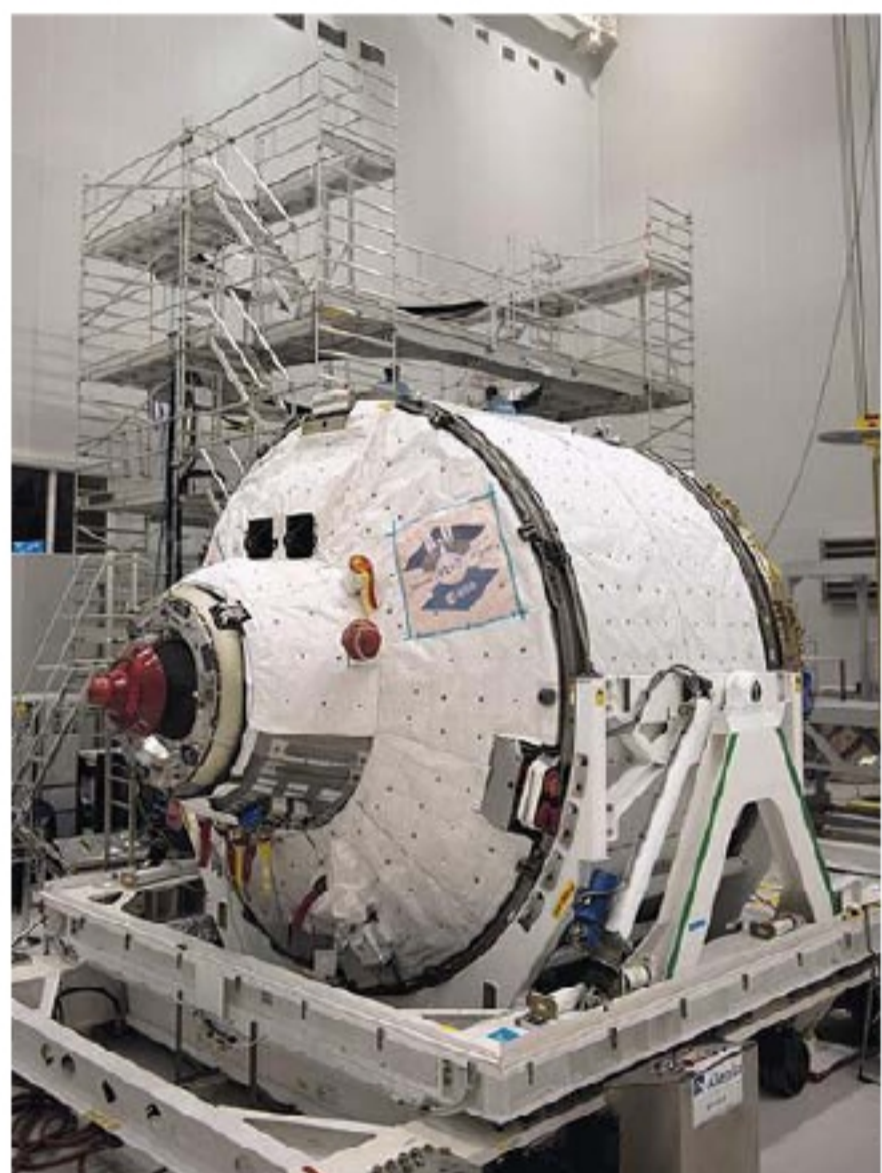
D'ailleurs, la variable humaine est loin d'être le cadet des soucis des spécialistes de l'exploration habitée de l'espace. A

commencer par son versant physiologique. Ainsi, lors d'un séjour dans l'espace, l'absence de gravité, et donc de contraintes mécaniques sur l'organisme, se traduit par une diminution de la masse osseuse des astronautes qui peut atteindre 1 % par mois. Le processus est certes réversible, mais constitue une contrainte forte pour la colonisation du cosmos. Quant aux rayons cosmiques délétères qui criblent le ciel au-delà de la protection offerte par le champ magnétique terrestre, il n'existe pour l'heure aucune solution pour s'en protéger... à moins de vivre enfermé dans un caisson blindé façon enceinte d'un réacteur nucléaire, ce qui est pour le moins réhébitoraire.

**En théorie, l'idée de rendre Mars habitable est sérieuse... mais ce scénario est tombé en désuétude**

FRANCK SELSIS ASTROPHYSICIEN À L'OBSERVATOIRE DE BORDEAUX

Et ce n'est pas tout. La faculté d'hypothétiques colons de l'espace à supporter le stress inhérent au cosmos pose également de redoutables questions. "La question psychologique est aujourd'hui la moins connue", résume Marc Heppener, à l'Agence spatiale européenne. Une certitude, le blues des astronautes n'a rien d'une fable. En 1982, une mission →



ESA-S.CORVAJA - ESO/L.CALÇADANICK RISINGER

→ soviétique Soyouz d'une quinzaine de jours en orbite a dû être interrompue en raison d'une mésentente entre les deux cosmonautes – pourtant les meilleurs amis du monde sur Terre. Quant à l'astronaute américain Norman Thagard, il a déclaré au retour de sa quatrième mission dans l'espace, d'une durée de cent quinze jours: "Le confinement, l'isolement et le stress furent le plus grand défi du vol." Et encore, tous ces astronautes, comme il est de coutume en orbite, pouvaient-ils trouver un peu d'apaisement en contemplant la Terre, juste sous leurs pieds! De quoi franchement se demander si l'homme est tout simplement fait pour s'épanouir dans l'espace, loin de sa planète.

Si tel n'est pas le cas, peut-être le salut de l'homme se trouve-t-il sur une autre planète, une nouvelle Terre semblable à la nôtre, où tout recommencer – ou en tout cas prolonger l'aventure de l'humanité. Dans le système solaire? Dommage: aucune autre planète que la Terre n'est

▲ Des exoplanètes comme celle-ci, de la taille de la Terre, découverte autour d'Alpha du Centaure, offrent l'espoir de nouveaux mondes habitables.

◀ L'ATV-2, l'un des vaisseaux chargés de ravitailler la Station spatiale internationale, ne peut emporter dans l'espace qu'une charge de 7 tonnes.

habitable. Plus loin? A condition de pouvoir s'y rendre. Avec quel moyen de propulsion? Ni les technologies utilisées actuellement, ni celles imaginées jusqu'à présent, plausibles mais redoutablement difficiles à mettre en œuvre, n'apportent de solution... sans même parler d'espoir (lire l'encadré p. 90).

Si bien qu'il paraît presque plus raisonnable d'opter pour la "terraformation" d'une planète du système solaire. Autrement dit, modifier l'environnement d'une planète pour la rendre habitable, sur le modèle de la Terre. Délirant? Pas si l'on en croit le scénario proposé en 1993 par Christopher McKay, planétologue à la Nasa, selon lequel il serait envisageable de transformer Mars en une planète à l'atmosphère respirable et à la température clémente...

### Recréer l'atmosphère terrestre

L'idée: amorcer le réchauffement de la planète rouge grâce à de gigantesques miroirs placés en orbite, dans le but de libérer dans son atmosphère du dioxyde de carbone, ce dernier engendrant un effet de serre réchauffant un peu plus la surface, et ainsi de suite. Une fois la température moyenne élevée d'environ 60 °C par rapport à la température actuelle,

l'eau prisonnière des pôles se remettrait à couler. Il serait alors possible d'introduire des cyanobactéries productrices d'oxygène, afin de rendre Mars habitable pour l'homme. Un objectif qui, selon le chercheur américain, peut être atteint en quelques dizaines de milliers d'années. "Le principe est tout à fait sérieux, admet Franck Selsis, à l'Observatoire de Bordeaux. Pour autant, depuis les années 1990, plusieurs missions n'ont pas mis en évidence les réserves de carbone escomptées dans le sous-sol martien, si bien que ce scénario de terraformation est un peu tombé en désuétude. Du moins faudrait-il amener l'atmosphère de dioxyde de carbone de l'extérieur pour espérer le réaliser!"

Et encore, en admettant que cela soit possible, remarque Pierre Thomas, à l'Ecole normale supérieure de Lyon: "Au regard des aléas associés à pareil scénario, je pense qu'il est raisonnable d'affirmer qu'il n'a aucune chance de se réaliser!" Dont acte. Roland Lehoucq n'est pas moins "raisonnable": "Il est probable qu'aucun des projets de colonisation durable d'une planète n'ait la moindre chance de se réaliser avant des centaines d'années, voire des millénaires." Et d'ajouter: "De ce point de vue, leur principale vertu est de nous faire prendre conscience que l'unique vaisseau spatial autonome à notre disposition n'est autre que la Terre elle-même!" Si bien qu'il serait sans doute plus rationnel de commencer par en prendre soin, plutôt que d'en imaginer un nouveau...



# Ceux qui... veulent RENDRE L'HOMME INVULNÉRABLE

*Plutôt que de se protéger du pire, mieux vaut prévoir de s'y adapter : telle est l'idée que défendent les transhumanistes. A la clé ? Entre modifications génétiques et prothèses bioniques, une humanité capable de survivre à tout. Et si ça ne suffit pas, certains imaginent mettre les individus à l'abri... en les téléchargeant sur ordinateur.*

GILBERT CHARLES

**P**érir de faim, de froid, de soif, de l'exposition à des substances toxiques ou radioactives... Quel que soit le visage pris par la fin du monde, l'homme s'y trouvera soudainement ramené à sa condition d'être fragile, soumis à la dureté la plus extrême de son environnement. Ainsi, échapper à la catastrophe ultime, c'est échapper, d'abord, à l'environnement qui en découle : fuir ou se terrer. Mais pas seulement. Le salut pourrait aussi dépendre de la capacité à s'adapter. Non pas à la vitesse de l'évolution naturelle, trop lente, mais à celle, toujours plus grande, du progrès technologique. Des philosophes, des scientifiques, des industriels, des financiers... se rejoignent ainsi depuis une trentaine d'années sous la bannière du "transhumanisme" pour affirmer que l'homme est désormais capable de se transformer à volonté. Au point de pouvoir se rendre invulnérable à nombre de périls.

Alors que les menaces de catastrophes biologique, géologique, écologique ou nucléaire se multiplient, les transhumanistes affichent ainsi un optimisme carrément provocateur. Un virus mortel s'attaque à nos organes vitaux ? Les murs s'écroulent, des fragments de roche volcanique ou d'astéroïde s'abattent en pluie, mutilant les corps ? Pas de problème : les progrès de la science permettront bientôt de remplacer les organes abîmés comme les pièces détachées d'une voiture. L'homme bionique, font valoir les transhumanistes, est déjà une réalité. Des cœurs artificiels sont expérimentés depuis des années sur des insuffisants cardiaques ; des micros directement branchés sur le nerf auditif permettent aux sourds de percevoir les sons ; un système de vision artificielle (encore embryonnaire) mis au point à l'Institut Doherty de Zurich, constitué d'une microcaméra logée dans une paire de lunettes de soleil, peut transmettre des images directement au cerveau

par l'intermédiaire d'électrodes reliées au cortex visuel ; les amputés peuvent déjà bénéficier de membres robotisés de plus en plus sophistiqués... Sans compter que des chercheurs de l'université de Californie, à Irvine, ont récemment réussi à faire marcher un patient entièrement paralysé à l'aide d'une prothèse commandée par électro-encéphalogramme : le malade "pense" les mouvements qui sont ensuite interprétés par un exosquelette, sorte de pantalon mobile dans lequel ses jambes sont insérées. A l'université de Pittsburg, ce sont des singes qui réussissent à activer par la pensée un bras robotisé afin d'obtenir de la nourriture, via des électrodes implantées dans leur cerveau. Ray Kurzweil, inventeur, futurologue, "pape" du transhumanisme et fondateur de l'université de la singularité, affirme que d'ici à 2030, des nanorobots pourront être injectés dans l'organisme ou ingurgités pour modifier des fonctions physiologiques ou réparer

SCIENCE PHOTO LIBRARY/COSMOS



des organes lésés. Pour le mouvement transhumaniste, c'est clair: le corps humain est peut-être fragile... mais ce n'est pas un problème. Car le "kit de sauvetage" technologique de l'humanité auquel ils pensent pouvoir faire appel ne s'arrête pas là! Que l'air devienne irrespirable, et la boîte à outils des transhumanistes peut encore sauver la mise aux humains. A l'Institute for molecular manufacturing, à Palo Alto, en Californie, le professeur Robert Freitas travaille sur des globules rouges artificiels constitués de nanomatériaux capables de délivrer 200 fois plus d'oxygène dans les tissus que leurs homologues naturels. Une personne dont l'hémoglobine aurait été remplacée par ces ersatz micromécaniques pourrait ainsi survivre dans une atmosphère appauvrie en oxygène, son "sang" étant capable de fixer plus efficacement le précieux gaz. Elle pourrait aussi, théoriquement, passer quatre heures sous l'eau sans respirer, ou courir pendant quinze minutes avec une seule inspiration.

#### **Et si on pouvait optimiser notre ADN**

Réparer, remplacer, et même réinventer de A à Z. Quitte à rendre l'homme invulnérable, les transhumanistes sont prêts à l'envisager comme un organisme génétiquement... modifiable. Ils considèrent l'ADN et les protéines qui composent nos chairs comme des assemblages d'atomes qu'il convient de reprogrammer pour en modifier les fonctions et les caractéristiques. L'évolution ne serait donc plus seulement commandée par les lois de la nature, mais aussi par la volonté humaine. George Church, généticien de l'université Harvard et membre de l'Académie américaine des sciences, affirme ainsi, dans son nouveau livre *Regenesis*, que la biologie synthétique est sur le point de réinventer les écosystèmes et les organismes vivants, →

→ homme compris. Le biologiste français Miroslav Radman, lauréat du grand prix de l'Inserm et professeur de biologie cellulaire à l'université Paris-Descartes, abonde dans le même sens. Dans *Au-delà de nos limites biologiques*, il raconte comment il a découvert le mécanisme stupéfiant qui permet à une bactérie, découverte en 1956 dans des conserves de viande stérilisée à coups de rayons gamma, de défier la mort. *Deinococcus radiodurans*, c'est son nom, résiste en effet à des radiations 10 000 fois supérieures à la dose mortelle pour l'homme. Elle ressuscite miraculeusement en "s'auto-réparant" grâce à un système de remise en ordre de son génome, un cocktail de molécules qui lui permet de renforcer ses

consommation électrique en nous permettant de voir dans l'obscurité. Et, pendant que nous y sommes, pourquoi ne pas modifier les comportements, notamment notre agressivité légendaire pour réduire les risques de conflits, y compris sociaux? Il suffirait pour cela d'administrer aux populations des hormones, comme l'ocytocine, qui ont la particularité de stimuler l'altruisme et l'empathie... Les philosophes d'Oxford se défendent de vouloir imposer ces mutations par la force: elles pourraient être acceptées volontairement, par exemple par le biais d'incitations fiscales ou d'avantages sociaux!

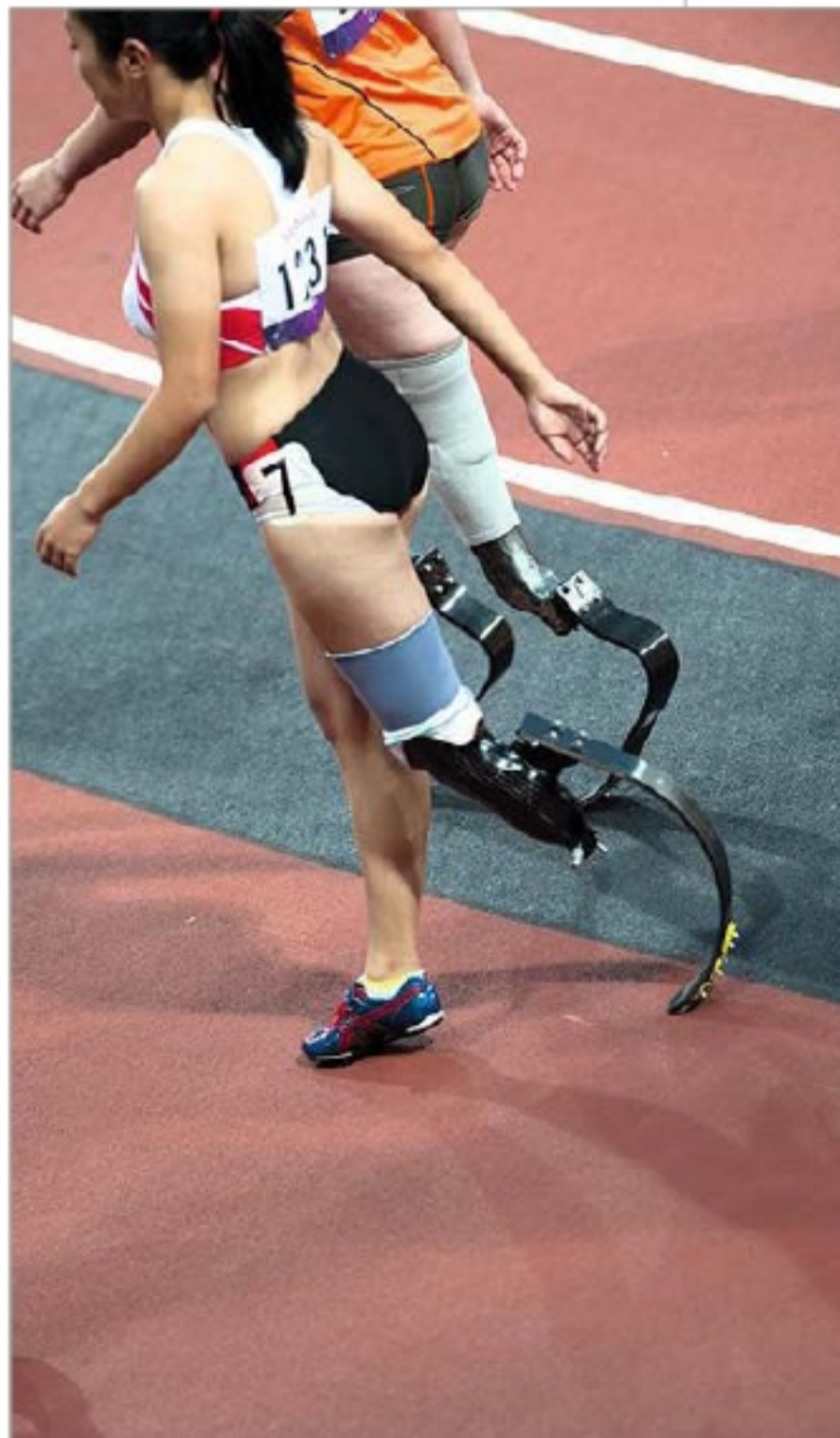
Si, malgré tous leurs expédients technologiques, les humains de demain, au sang

## Des humains capables de vivre jusqu'à 500, voire 1 000 ans sont peut-être déjà nés aujourd'hui

AUBREY DE GREY ANCIEN INFORMATICIEN À CAMBRIDGE ET BIOLOGISTE AUTODIDACTE

enzymes réparatrices, et dont Radman voudrait s'inspirer... pour l'homme.

Modifier jusqu'à la chair des humains pourrait même, pour les transhumanistes, non seulement rendre l'homme indifférent aux évolutions de son environnement, mais lui éviter de détruire les écosystèmes qui lui sont nécessaires. Certains philosophes n'hésitent pas à proposer une solution radicale: puisque la crise climatique est d'origine humaine, il suffit de modifier biologiquement l'homme pour réduire son impact sur la nature! Dans un texte récemment publié par le journal *Ethics, Policy & Environments*, Matthew Liao, Anders Sandberg et Rebecca Roache, de l'université d'Oxford, proposent ainsi de réduire notre taille, grâce à la sélection génétique ou en bloquant l'hormone de croissance, afin d'économiser les ressources naturelles en diminuant notre consommation de nourriture et la pollution. Une autre méthode, qui consisterait à nous rendre allergiques aux protéines animales, pourrait aboutir aux mêmes résultats, sachant que l'élevage du bétail accapare 70 % des terres agricoles et est responsable d'une grande partie de la déforestation. Dans le même ordre d'idées, ils proposent de modifier la physiologie de notre rétine sur le modèle des chats pour diminuer notre



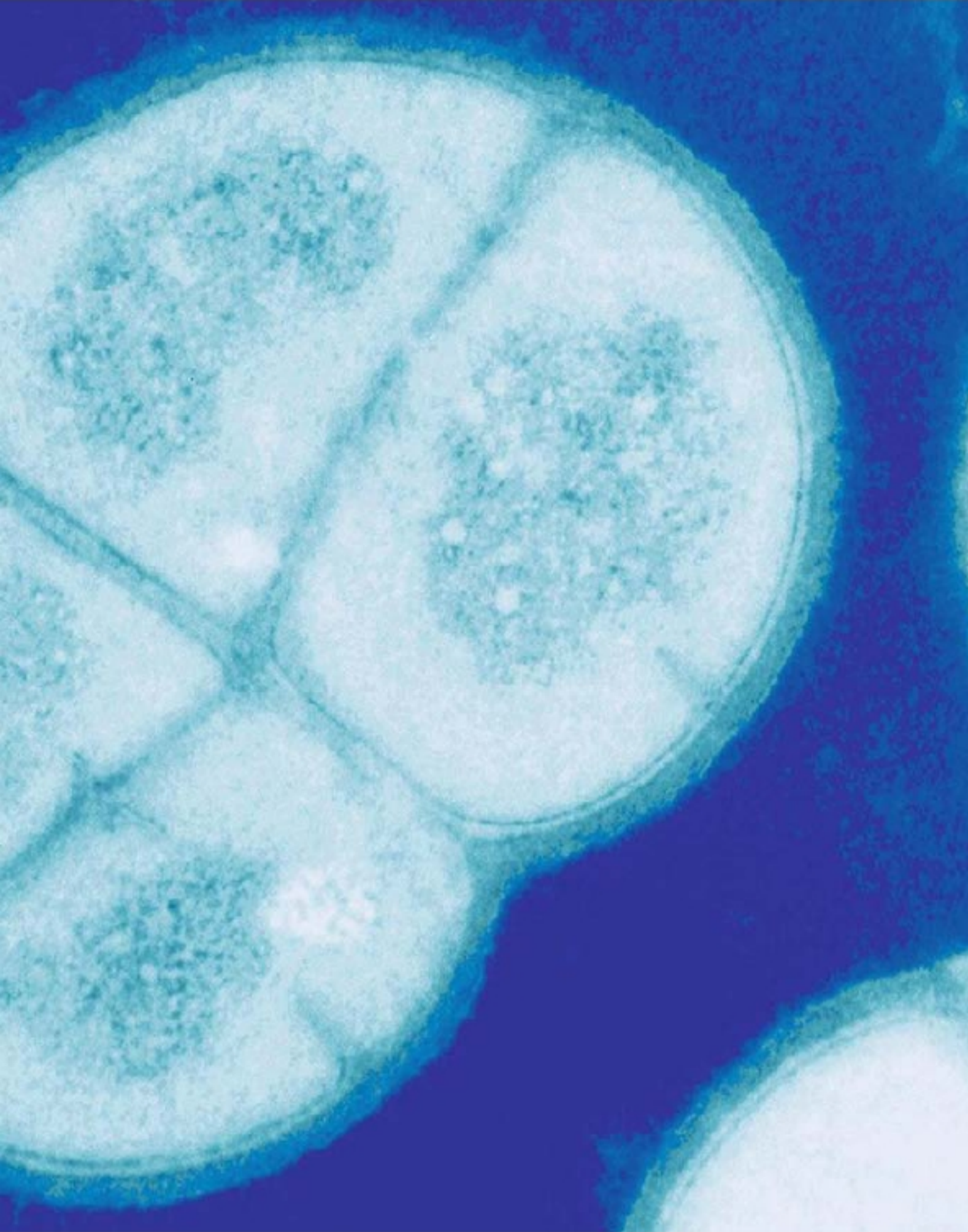
▲ Les progrès en matière de prothèses ou d'organes artificiels inspirent directement aujourd'hui la réflexion des transhumanistes.

et aux organes de synthèse, aux gènes reconfigurés, ne devaient pas survivre aux conditions féroces régnant sur la Terre, resterait une option: se passer carrément de corps! En hébergeant les esprits ailleurs que dans leurs véhicules de chair.

Ray Kurzweil et d'autres futurologues assurent qu'il sera "bientôt" possible de télécharger la mémoire et la conscience d'un individu dans des ordinateurs ou sur d'autres supports, un peu comme dans *Matrix*. Un certain délai de mise au point est cependant nécessaire, la neurobiologie étant une science jeune qui peine à comprendre cet organe extraordinairement complexe qu'est le cerveau. N'empêche, depuis 2005, des chercheurs de l'École polytechnique de Lausanne dirigés par Henry Markram modélisent des neurones de souris dans leurs moindres détails anatomiques sur un supercalculateur baptisé Big Blue, et les assemblent pour former des réseaux virtuels. Ils sont ainsi parvenus récemment à reconstituer un élément du

EMILE WOOD - MICHAEL IDALYSCIENCE PHOTO LIBRARY/COSMOS





## Une foi sans borne dans le progrès technologique

Le mouvement transhumaniste est apparu en Californie au début des années 1980. Les transhumanistes sont persuadés que l'accélération des innovations technologiques (en robotique, biologie, informatique, neurosciences ou nanotechnologies) est en passe de transformer l'espèce humaine.

Longtemps ignoré par les milieux académiques qui le considéraient davantage comme un délire d'illuminés que comme une vision cohérente du progrès, le transhumanisme a conquis ces dernières années un public de plus en plus large, y compris chez les philosophes et les scientifiques de toutes les disciplines. Le mouvement est représenté par plusieurs courants ou écoles qui se différencient en fonction de critères théoriques ou idéologiques (utilitaristes, extropiens, libertariens...), mais dont les adeptes partagent tous la même ferveur quasi religieuse pour le progrès technique. Un des hauts lieux du mouvement est aujourd'hui l'université de la singularité, sise dans la Silicon Valley.

néocortex composé de 10 000 neurones. Ils espèrent arriver d'ici dix ans à assembler un cerveau de rongeur entier et, d'ici à 2024, à simuler un cerveau humain entier. Certes, les 100 milliards de neurones de notre cerveau, dotés chacun de 10 000 synapses en moyenne, sont encore tout à fait hors de portée de Sequoia, l'un des plus gros supercalculateurs du monde mis en service en juin 2012, qui affiche une puissance de calcul de 16,32 pétaflops, pour une consommation électrique de 7,89 MW. Quand notre cerveau de 1,4 kg représente, lui, l'équivalent de 1 000 pétaflops, pour une consommation évaluée entre 20 et 40 watts... L'équipe d'Henry Markram espère pourtant pouvoir compter sur un ordinateur de 1 000 pétaflops d'ici à 2020.

Trop tard ? Pour ceux que les délais de développement des technologies de pointe inquiètent, les transhumanistes ont une autre solution : la cryogénie. Plusieurs sociétés privées américaines proposent déjà à

▲ La bactérie *Deinococcus radiodurans* résiste à des radiations gamma : son découvreur cherche à adapter ses capacités autoréparatrices à l'homme.

leurs clients de congeler leur corps ou leur cerveau après leur mort, avec l'espoir de les ressusciter un jour. La méthode n'a, à ce jour, jamais fait ses preuves. La logique, elle, perdure. Et une nouvelle technique, la microplastination, a le vent en poupe.

### Repousser les limites de la vie

Ken Hayworth, transhumaniste convaincu et directeur des laboratoires de la Brain Preservation Foundation, à Harvard, expérimente ce procédé chimique de conservation consistant à fixer les tissus vivants jusqu'à l'échelle de l'ADN avec une sorte de matière plastique, la formaline, complétée par de la paraffine. Si la méthode détruit le cerveau physique, elle conserverait l'intégralité du "connectome", la structure formée par l'ensemble des connexions nerveuses, censée receler la mémoire et la conscience. Agé de 41 ans, Ken Hayworth

a tellement confiance dans la validité de sa théorie qu'il prévoit de se suicider pour la prouver... Mais l'impétueux savant n'a cependant fixé aucune date pour l'instant. Moins téméraire, mais tout aussi confiant dans la capacité de la technologie à donner du temps au temps, Aubrey de Grey, ancien informaticien de Cambridge et biologiste autodidacte, affirme que *"le vieillissement et la mort ne sont pas une fatalité, mais la conséquence d'accidents biologiques parfaitement évitables"*. Selon ce chercheur peu orthodoxe, prolonger indéfiniment la vie est possible. *"Des humains capables de vivre jusqu'à 300, 500, voire 1 000 ans sont peut-être déjà nés aujourd'hui !"*, clame-t-il sur l'estrade de l'université de la singularité, où il est régulièrement invité.

Ne plus vieillir, ou mourir aujourd'hui mais revivre plus tard sous une forme robotique, ou encore survivre à l'apocalypse... La foi technologique des transhumanistes est à l'aune de l'image qu'ils se font de l'homme : invulnérable.

Ceux qui...

# PENSENT QUE LE MONDE N'EXISTE PAS

*Inutile de paniquer: la fin du monde, si elle survient, sera indolore, imprévisible et elle durera le temps de fermer... un logiciel de jeu. Car d'après les thèses du philosophe Nick Bostrom, ce que nous appelons réalité n'est qu'une vaste simulation informatique dont nous n'avons pas conscience. Farfelu? Non, logique.*

MATHIEU GROUSSON

**G**ame over. Arrêt inopiné du système. Erreur fatale. Quelque chose s'est passé, dans les arcanes de la machine, qui vous plante là, sans autre recours que tout redémarrer ou renoncer. Des heures de travail à l'écran, des nuits à progresser dans les subtilités d'un jeu – et puis, plus rien. Le monde caché dans les profondeurs de l'ordinateur – rapports minutieusement vérifiés, tableaux patiemment remplis, personnages soigneusement conçus – s'autodétruit brutalement. Pour qui a vu l'écran de son PC devenir soudain noir, l'épreuve est frustrante.

Mais imaginez que le monde caché dans l'ordinateur soit notre monde. Que ce qui s'éteint soudain, sans prévenir, soit la matière même de notre réalité. Le fauteuil sur lequel vous êtes assis, le jardin, vos proches, les 7 milliards d'êtres humains,

le système solaire, l'Univers entier: tout s'efface d'un coup. Et vous avec.

Absurde? Peut-être pas, depuis qu'il y a une dizaine d'années, Nick Bostrom, philosophe à l'université d'Oxford, en Angleterre, a développé un argument logique selon lequel il est plus probable que ce que nous appelons réalité soit une espèce de simulation informatique plutôt que "la" réalité. Auquel cas, rien n'empêcherait cette simulation de s'arrêter sans prévenir – pour cause d'erreur interne ou de rupture d'approvisionnement énergétique, par exemple. A moins que son Grand Programmeur n'ait décidé d'y mettre fin, comme on quitte un jeu pour passer à autre chose. Pas de signe avant-coureur, pas de catastrophe épouvantable, pas de coupable à montrer du doigt, pas de mesure préventive. Rien qu'un switch définitif et instantané.

A l'appui de ce concept pour le moins surréel, Nick Bostrom avance un argument qui, pour être spéculatif, n'en est pas moins imparable: rien n'interdit d'imaginer une civilisation technologique si avancée qu'elle aurait la faculté de réaliser des simulations numériques ultra perfectionnées. Jusqu'à mettre en œuvre un environnement virtuel parfaitement défini à tout niveau de détail, dans lequel évolueraient des avatars si complexes qu'ils auraient conscience d'eux-mêmes et seraient certains d'être réellement faits de chair et d'os: nous. Leur existence n'aurait d'autre réalité que celle des algorithmes les encodant, mais ces êtres numériques n'auraient aucun moyen de le savoir. Comme l'écrit Nick Bostrom, "il est possible qu'une majorité d'esprits tels que les nôtres n'existent que dans les simulations développées par nos descendants".



GAME  
OVER

Dans ces conditions, comment être certains que nous ne sommes pas des êtres de pacotille ? Cette question, Descartes l'avait déjà posée. Mais, parce qu'il estimait impossible d'y répondre, il la jugeait sans intérêt. Et il se trompait peut-être.

**Tout peut très bien être une illusion**

Car, à suivre le raisonnement de Nick Bostrom, la réponse, à défaut d'être certaine, existe : oui, nous pourrions très bien être davantage des êtres virtuels que des êtres réels. Et ce serait même certainement le cas. Comme le précise Jean-Paul Delahaye, du Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille, *"d'une certaine manière, Descartes dit que l'on peut imaginer être dans une simulation. Mais Bostrom va plus loin : il développe une argumentation troublante dont la conclusion est qu'il est très probable que*

*nous soyons dans une simulation"*. Cette argumentation passe d'abord par trois hypothèses. Réel ou simulé, le monde s'explique nécessairement avec l'une ou l'autre d'entre elles, forcément vraie.

Première hypothèse : toute civilisation technologique disparaît avant de pouvoir simuler des cerveaux humains. Si tel est le cas, nous ne vivons donc pas dans une simulation. Deuxième hypothèse : il y a bien des civilisations technologiques capables de simuler notre réalité, mais elles s'abstiennent. Nous ne vivons donc pas, dans ce cas non plus, dans une simulation. Troisième et dernière hypothèse : nous vivons dans une simulation.

Le chercheur rejette alors la première hypothèse. Aucune loi physique ne s'oppose à l'idée que des civilisations sont incapables de réaliser une simulation complète de notre réalité. Mieux :

les calculs montrent que l'intégralité de l'histoire humaine pourrait être simulée en  $10^{33}$  à  $10^{36}$  opérations élémentaires sur un processeur. Sachant qu'un ordinateur de la masse d'une planète équipé de processeurs actuels, probablement loin de l'optimal, pourrait réaliser  $10^{42}$  opérations par seconde. Bref rien n'empêche d'imaginer un ordinateur, programmé par une civilisation avancée, capable de simuler l'intégralité de l'histoire humaine en une seconde en utilisant moins d'un milliardième de sa puissance de calcul.

Nick Bostrom évacue ensuite la deuxième hypothèse, qui dit qu'une civilisation technologiquement avancée se refuserait (pour des raisons éthiques, par exemple) à simuler une réalité riche au point de contenir des avatars conscients d'eux-mêmes. Le chercheur fait valoir qu'à partir du moment où une capacité →

→ technique est atteinte par une civilisation, elle est systématiquement mise en œuvre. Ainsi, pourquoi la capacité de simuler des cerveaux humains, quoi qu'on en pense, échapperait-elle à la règle ? Reste donc la troisième hypothèse. En effet, selon le scientifique d'Oxford, à défaut d'être rigoureusement démontrées comme fausses, les deux premières peuvent être écartées...

### **Des milliards de cerveaux simulés**

Ainsi, dès lors qu'elle en est capable, une civilisation réalise des simulations incluant des avatars persuadés d'être réels. Or, dans ce cas, de la même manière que nous simulons sur ordinateur tout ce qui est à notre portée (atomes, molécules, matériaux, météo, pilotage d'avion...), il est probable que cette civilisation mène des simulations incluant des cerveaux par milliards. Pourquoi ? Pour répondre à quantité de questions dans des domaines aussi variés que la psychologie, les interactions sociales, l'évolution des mentalités, les processus historiques, etc. Ou tout simplement pour jouer ! Si bien que le nombre de cerveaux simulés a toute raison d'être bien plus important que le nombre d'humains que nous considérons comme "authentiques", ceux de "notre" simulation. Auquel cas, la probabilité que chacun de nous vive dans une simulation est bien plus grande que celle d'appartenir au réel !



## **Notre esprit pourrait n'exister que dans une simulation créée par nos descendants**

**NICK BOSTROM** PHILOSOPHE, UNIVERSITÉ D'OXFORD

Mais toutes les possibilités sont-elles réellement épuisées par les trois hypothèses proposées ? Pour être exact, il faut ajouter que la démonstration du philosophe suédois se fonde sur deux autres hypothèses admises comme vraies. La première est celle de l'indépendance du substrat : si l'on simule les processus ayant cours au sein d'un cerveau humain avec suffisamment de détails, peu importe que cela se passe dans un processeur ou dans des cellules

réelles. Bref, que neurones et transistors se valent. Penser le contraire serait considérer qu'il y a quelque chose de spécifique à la matière vivante, qui lui permet notamment d'accéder à la conscience d'elle-même. Ce qui semble difficilement acceptable si l'on se réclame d'un matérialisme tout ce qu'il y a de plus scientifique.

La seconde hypothèse conduit à des considérations nettement plus fascinantes : pour établir son argument, Nick Bostrom admet que rien ne permet de distinguer un univers réel d'un univers simulé avec tout le luxe de détails nécessaires à sa véracité. Mais est-ce si clair ? Selon John Barrow, célèbre cosmologiste de l'université de Cambridge, si nous étions des êtres évoluant dans une simulation, nous ne manquerions pas

d'observer les effets, même mineurs, des bugs inhérents à tout logiciel de simulation. Un peu comme toute photo numérique présente fatalement des pixels parasites. Dans notre univers virtuel, ces bugs prendraient par exemple la forme de faits ou d'observations incompatibles avec la logique et les lois de la physique : temps passant à l'envers, objets échappant à la gravité... Or comme tel n'est pas le cas, c'est bien que notre univers est réel, et par conséquent également nous-mêmes. Et l'argument de Bostrom s'effondre.

A moins que John Barrow ne soit allé un peu vite en besogne. Notre univers physique n'est-il pas rempli d'incongruités ? Par exemple, l'impossibilité, malgré des décennies d'efforts, de réconcilier formellement la mécanique quantique, qui décrit le monde microscopique, et la relativité générale, théorie de l'Univers à grande échelle, n'est-elle pas une incohérence de notre univers ? Du reste, la mécanique quantique, avec ses particules connectées à distance ou capables d'être dans plusieurs états à la fois, n'est-elle pas au-delà de toute logique ?

Certes, les incompatibilités entre théories physiques, ou leurs bizarreries internes, sont usuellement interprétées





▲ Les avatars que nous pourrions être dans un monde simulé n'auraient pour seule réalité que celle des algorithmes les encodant.

telle une insuffisance de nos capacités intellectuelles face à la complexité du monde. Mais si "nous" sommes une simulation, sachant qu'elle tourne plutôt bien dans l'ensemble, ne pourrait-il s'agir des conséquences d'une faille de la programmation de notre univers ? Ainsi, à chaque fois qu'une théorie scientifique dysfonctionne, ce pourrait être un indice que nous sommes dans une simulation. Si tel est le cas, pourquoi ne pas imaginer que nous puissions nous-mêmes être des programmes dont la fonction serait justement de détecter ces failles ? Nous serions alors des codes détecteurs d'erreur !

### Trouver le code qui écrit nos vies

Il existe une autre indication en faveur de la simulation : l'évolution actuelle de l'interprétation des théories physiques indiquerait que notre réalité se résume à un code. Ainsi, si la masse et l'énergie nous semblent être les ingrédients de base de notre description physique du monde, de plus en plus de théoriciens considèrent que la mécanique quantique est en fait une théorie écrite en termes de



processus informationnels. Par exemple, le principe d'incertitude de Heisenberg, qui stipule qu'il est impossible de déterminer simultanément la position et la vitesse d'une particule quantique, est une question d'information. De même l'intrication d'objets quantiques, capables d'échanger propriétés et informations instantanément, quelle que soit la distance qui les sépare, a également à voir avec la théorie informationnelle. Sans compter que *grosso modo*, pour une particule microscopique, tout se résume souvent à des choix binaires : être là ou ne pas y être, posséder une charge positive ou négative... Si bien que pour Edward Fredkin, de l'Institut de technologie du Massachusetts, toutes les lois physiques devraient se réduire, *in fine*, à la manière d'un programme informatique, à un entrelacs de boucles binaires "if... then..." ("si... alors", langage de programmation informatique). De quoi accrediter la thèse de la simulation. "Cette évolution de la physique vers le tout informationnel, tout en étant très loin de constituer une preuve de l'argument de la simulation, peut néanmoins être considérée comme un indice en sa faveur", reconnaît Jean-Paul Delahaye.

▲ Simuler le monde est informatiquement possible : des calculs ont établi le nombre d'opérations qu'il faudrait à un processeur pour y parvenir.

Autrement dit, si l'on admet le raisonnement du philosophe suédois tout en tenant compte de ce mouvement de la physique vers le "tout informationnel", nous serions même en passe de prendre conscience de notre statut d'êtres simulés ! De quoi, sait-on jamais, trouver en quel langage est écrite la simulation et envoyer un message à son concepteur. Afin, par exemple, de l'implorer de ne pas tout arrêter !

Car si nous vivons dans une simulation, cela signifie qu'en plus d'être sous la menace permanente d'un arrêt du programme, nous pourrions être à la merci des caprices du programmeur. N'arrêtons-nous pas nous-mêmes une simulation dès lors qu'elle a fourni le résultat escompté ? Ou bien pour dégager de la place mémoire pour une nouvelle simulation plus intéressante ? A moins que notre univers soit si fascinant que nous soyons devenus une drogue dure pour les simulateurs. Auquel cas, ils pourraient décider de tout stopper en vue d'un sevrage. Voire pour se débarrasser du virus informatique que nous sommes peut-être...

# QUAND LA FIN DU MONDE FAIT SON CINEMA

Soleils mourants, tsunamis, guerre nucléaire, extraterrestres ou zombies... La fin du monde crève l'écran depuis des décennies. En partenariat avec les chaînes Ciné+, voici une sélection de 30 films des années 1960 à nos jours, diffusés jusqu'au 16 janvier prochain. Programme "apocalyptique" par les réalisateurs du monde entier.

## PANDEMIE MONDIALE

### PHÉNOMÈNES

DE M. NIGHT SHYAMALAN  
2008 - ETATS-UNIS

*Ciné+ Frisson, vendredi 7 décembre*  
Aux Etats-Unis, des centaines de gens se suicident sans raison. La panique gagne le pays. Un petit groupe décide de quitter la ville pour échapper à ce mystérieux phénomène.

### L'INVASION DES PROFANATEURS

DE PHILIP KAUFMAN - 1978 - ETATS-UNIS

*Ciné+ Star, mardi 11 décembre*  
Dans la région de San Francisco, d'étranges cocons flottent dans l'air. Le docteur Elizabeth Driscoll en rapporte un échantillon chez elle. Le lendemain, son compagnon se comporte de manière déshumanisée...

### RESIDENT EVIL: AFTERLIFE 3D

DE PAUL W.S. ANDERSON  
2010 - ETATS-UNIS

*Ciné+ Frisson, dimanche 16 décembre*  
Après des manipulations en laboratoire, un virus se propage et transforme

les êtres vivants en zombies. Alice, ex-cobaye aux étonnants pouvoirs, prend la tête d'un groupe de survivants.

### INFECTÉS

DE DAVID ET ALEX PASTOR  
2009 - ETATS-UNIS

*Ciné+ Frisson, vendredi 11 janvier*  
Le monde est confronté à une pandémie mortelle. Dany et son frère Brian, accompagnés de Kate et Bobby, tentent de rejoindre une plage isolée.

### LOS ANGELES: ALERTE MAXIMUM

DE CHRIS GORAK - 2006 - ETATS-UNIS

*Ciné+ Frisson, dimanche 13 janvier*  
A Los Angeles, après une attaque terroriste au gaz toxique, Brad doit-il laisser entrer sa femme dans leur maison, où il s'est enfermé, et risquer la contamination, ou la laisser mourir?

## CATASTROPHE CLIMATIQUE

### SUNSHINE

DE DANNY BOYLE  
2007 - GRANDE-BRETAGNE, ETATS-UNIS

*Ciné+ Frisson, dimanche 2 décembre*  
En 2057, le Soleil est au bord de

l'extinction. L'ultime espoir de sauver l'humanité se porte sur une équipe d'astronautes. Elle doit tenter de relancer l'activité solaire en déclenchant une explosion thermonucléaire à la surface de l'astre.

### LA SUBMERSION DU JAPON

DE SHIRÔ MORITANI ET ANDREW MEYER  
1973 - JAPON

*Ciné+ Classic, jeudi 20 décembre*  
Une petite île au large du Japon est engloutie dans l'océan. Un scientifique descendu explorer les fonds marins découvre qu'il ne reste que quelques mois avant que le pays entier ne soit submergé sous des vagues géantes...

### THE LAST DAY

DE YUN JE-GYUN 2009 - CORÉE DU SUD

*Ciné+ Frisson, vendredi 21 décembre*  
A Busan, station balnéaire de Corée du Sud, personne ne se doute qu'un gigantesque cataclysme se prépare. Le professeur Kim tente en vain de convaincre les autorités locales de l'imminence d'un mégatsunami.

### PEUT-ÊTRE

DE CÉDRIC KLAPISCH - 1999 - FRANCE

*Ciné+ Premier, samedi 22 décembre*  
A l'approche du second millénaire, Arthur se trouve mystérieusement téléporté dans le futur et découvre un



THE LAST DAY

Paris envahi par le sable. Bientôt, il fait la connaissance d'un vieillard qui prétend être son fils...

### **SINKING OF JAPAN**

DE SHINJI HIGUCHI  
2006 - JAPON

*Ciné+ Frisson, vendredi 4 janvier*

Situé sur une faille sismique, le Japon vit dans la peur d'une submersion fatale. Un scientifique découvre qu'il ne reste que trois cent trente-huit jours avant le drame.

### **CATASTROPHE NUCLEAIRE**

### **LE JOUR OÙ LA TERRE PRIT FEU**

DE VAL GUEST  
1961 - ROYAUME-UNI

*Ciné+ Classic, jeudi 6 décembre*

Peter, journaliste alcoolique, mène une enquête sur les récentes vagues de chaleur. Il fait la rencontre de Jeannie et, ensemble, ils vont découvrir que ces canicules sont la conséquence de deux essais nucléaires qui ont déplacé l'orbite de la Terre et qu'une catastrophe d'ampleur s'annonce.

### **APPEL D'URGENCE**

DE STEVE DE JARNATT - 1990 - ETATS-UNIS  
*Ciné+ Frisson, vendredi 28 décembre*

Après un rendez-vous amoureux raté, Harry décroche un téléphone qui sonne dans une cabine. Un inconnu lui dit alors qu'une ogive va tomber sur Los Angeles dans soixante-dix minutes...

### **INVASION EXTRATERRESTRE**

### **L'HOMME QUI VENAIT D'AILLEURS**

DE NICOLAS ROEG - 1976 - ROYAUME-UNI  
*Ciné+ Star, mardi 18 décembre*

Rescapé d'un crash aérien, Newton, un homme étrange, fonde la puissante World Entreprise. Mais son objectif semble autre que simplement financier. Il décide d'affecter toutes ses ressources à l'aérospatial.

### **WORLD INVASION: BATTLE LOS ANGELES**

DE JONATHAN LIEBESMAN - 2011 - ETATS-UNIS  
*Ciné+ Premier, mercredi 16 janvier*

A Los Angeles, une unité de marines dirigée par le sergent Michael Nantz est appelée à faire face à de

soudaines pluies de météorites qui bombardent les côtes de tous les continents. Les soldats découvrent que ces intrusions n'ont rien de naturel, mais qu'elles sont le fait d'extraterrestres surarmés.

### **POLLUTION GENERALISEE**

### **LES FILS DE L'HOMME**

D'ALFONSO CUARÓN  
2006 - GRANDE-BRETAGNE, ETATS-UNIS

*Ciné+ Frisson, dimanche 9 décembre*

En 2027, dans un monde où les femmes sont devenues stériles, Theo va devoir protéger une jeune femme enceinte et sans papiers, dernier espoir du genre humain.

### **TERRE BRÛLÉE**

DE CORNEL WILDE  
1970 - ETATS-UNIS

*Ciné+ Classic, jeudi 13 décembre*

Au troisième millénaire, la pollution a rendu toutes les denrées impropres à la consommation. L'humanité est en proie à la famine. A Londres, le militaire John Custance décide de partir avec sa famille pour se rendre dans une ferme...





PEUT-ÊTRE



INFECTÉS

## CAUCHEMAR SOCIAL

### ROLLERBALL

DE NORMAN JEWISON - 1975 - ROYAUME-UNI -  
Ciné+ Star, mardi 4 décembre

Dans un monde gouverné par de puissantes corporations, la société canalise les pulsions de mort dans un sport ultra-violent, le rollerball. Jonathan, qui a réussi à survivre au jeu, est considéré comme une menace pour le système.

### CHERRY 2000

DE STEVE DE JARNATT - 1987 - ETATS-UNIS  
Ciné+ Star, mardi 25 décembre

En 2017, les femmes sont remplacées par des robots. Sam Treadwell est en

couple avec sa Cherry 2000, jusqu'à ce qu'elle pâtisse d'un bug. Inconsolable, il conserve la mémoire de Cherry et part en quête d'un nouveau corps pour sa dulcinée...

## LE MONDE D'APRES

### LA JETÉE

DE CHRIS MARKER  
1962 - FRANCE

Ciné+ Classic, jeudi 13 décembre

Un prisonnier livré à de mystérieux tortionnaires se remémore un souvenir d'enfance. Cette séquence, gravée dans sa mémoire, a survécu au cataclysme qui a dévasté la Terre.

### THE DIVIDE

DE XAVIER GENS  
2011 - ETATS-UNIS, GRANDE-BRETAGNE

Ciné+ Frisson, vendredi 14 décembre

Coincé dans un sous-sol après une explosion, un groupe d'habitants de New York s'organise pour survivre. Soudain, des secouristes portant des combinaisons étanches apparaissent et ouvrent le feu sur eux. Seule rescapée, Eva va sortir affronter les menaces extérieures.

### MAD MAX 3: AU-DELA DU DÔME DU TONNERRE

DE GEORGE MILLER  
1985 - AUSTRALIE, ETATS-UNIS

Ciné+ Frisson, dimanche 23 décembre

Le troisième film de la saga s'ouvre sur la vision d'une Terre ravagée par le nucléaire. Après bien des déboires, Max, condamné à l'exil, est recueilli par une tribu d'enfants.

### LES SURVIVANTS DE LA FIN DU MONDE

DE JACK SMIGHT  
1977 - ETATS-UNIS

Ciné+ Classic, jeudi 27 décembre

La troisième guerre mondiale a éclaté et la Terre est devenue un enfer peuplé d'insectes géants, où chacun doit lutter pour sa survie. Une poignée de rescapés de l'US Air Force, embarqués à bord d'un blindé, partent à la recherche d'autres survivants.





MAD MAX 3



SINKING OF JAPAN

## FANTASTIQUE

### LE RÈGNE DU FEU

DE ROB BOWMAN - 2002  
ROYAUME-UNI, IRLANDE, ETATS-UNIS

Ciné+ Frisson, dimanche 6 janvier

Des dragons règnent désormais sur la Terre en ruine. Quinn, qui avait découvert le premier monstre vingt ans plus tôt, dirige aujourd'hui un petit groupe de résistants. Ils vont croiser la route d'un "chasseur de dragons"...

### THE DEAD

DE JONATHAN ET HOWARD J. FORD  
2010 - ROYAUME-UNI

Ciné+ Frisson, vendredi 30 novembre

Après le crash de son avion dans une région d'Afrique rongée par la famine et la guerre, un homme tente de résister aux revenants qui surgissent de partout, poursuivant les vivants. Il va croiser la route d'un autre rescapé...

### DONNIE DARKO

DE RICHARD KELLY  
2001 - ETATS-UNIS

Ciné+ Premier, samedi 22 décembre

Donnie vit avec ses parents et ses sœurs. Une nuit, un animal terrifiant lui apparaît et lui prédit la fin du monde vingt-huit jours plus tard. Le lendemain, un réacteur d'avion tombe dans sa chambre, mais il est épargné.

## LA FIN DES TEMPS

1999 - DE PETER HYAM - ETATS-UNIS

Ciné+ Frisson, dimanche 30 décembre

Pour empêcher qu'un enfant élu par les forces du Mal permette le règne du Malin, démons et humains luttent sans merci. Ils ont jusqu'au 31 décembre 1999, à minuit...

## LE JOUR J

### LAST NIGHT

1999 - DON MCKELLAR - FRANCE, CANADA

Ciné+ Premier, samedi 22 décembre

Toronto, 31 décembre 1999. Le compte à rebours de la fin du monde affiche moins six heures avant l'apocalypse. Comment passer cette dernière nuit ?

## DOCUMENTAIRES

### CINÉMAPOCALYPSE OU COMMENT LE CINÉMA NOUS A PRÉPARÉS À LA FIN DU MONDE

2012 - DE PHILIPPE GUEDJ - FRANCE

Ciné+ Frisson, vendredi 21 décembre  
(nuit spéciale fin du monde)

De *La fin du monde* d'Abel Gance à *2012* de Roland Emmerich, en passant par les *Terminator* ou *Matrix*, ce documentaire passe au crible le genre majeur de la SF.



LA FIN DES TEMPS

### COMMENT SURVIVRE À UNE ATTAQUE DE ZOMBIE

DE BOSILKA SIMONOVITCH  
2011 - FRANCE

Ciné+ Frisson, vendredi 30 novembre

Ce documentaire aborde de manière ironique et savante les aspects qui caractérisent les films de zombies.

### LES PROPHÉTIONNELS

DE VINCENT GONON  
ET BENJAMIN ROCHER  
2012 - FRANCE

Ciné+ Frisson, vendredi 21 décembre  
(nuit spéciale fin du monde)

Bienvenue en Californie – où la fin du monde est un business juteux –, à la découverte de l'univers merveilleux du bunker sur mesure et des fusils tueurs de zombies.

# LA FIN DU MONDE, ET APRÈS ?

## *Journal de bord d'un survivant*

*Le pire a eu lieu. Du monde, il ne reste plus rien, ou presque. De l'humanité, seule une poignée d'individus a réussi à survivre - et les voici livrés à eux-mêmes. Parviendront-ils à survivre durablement ? Cette question, nous l'avons posée à des scientifiques de différents domaines (\*). Les spécialistes de la conservation des espèces conviennent qu'un minimum de 500 individus serait nécessaire pour que notre espèce conserve un potentiel évolutif. Pour d'autres, les difficultés sont ailleurs... De leurs réflexions croisées est né ce "journal d'un survivant". Bienvenue dans cette "fiction raisonnée" de l'après-fin du monde.*

LAURENT BRASIER

*(\*) Remerciements à Frédéric Austerlitz (anthropologie génétique); Franck Courchamp (dynamique des populations); Denis Couvet (conservation des espèces); Alain Epelboin (ethnoécologie); Alain Froment (médecine anthropologique); Catherine Hänni (paléogénétique); Jean-Marie Hombert (dynamique du langage); Marylène Patou-Mathis (archéozoologie); Samuel Pavard (génétique des populations); Michel Raymond (génétique de l'adaptation); Alexandre Robert (conservation des espèces).*

FOTOLIA



## Jour 1

En bonne forme malgré la cinquantaine passée, une ultime survivante est parvenue à braver la forêt en mûrissant soigneusement le moindre de ses déplacements. Deux mois ont passé depuis la "Fin". Nous considérons le groupe constitué. Nous sommes 487, dont deux tiers de femmes, une large majorité de moins de 30 ans, une cinquantaine d'enfants et une poignée d'anciens.

Sur la plage, nous avons glané tous les déchets que nous pouvions récupérer : quelques matières plastiques pour entretenir les premiers feux, des réserves de nourriture, et des capsules de bouteille que nous transformons en parures ou en grelots pour les enfants. Cela nous laisse quelques semaines de répit.

## Jour 3

Un chien a été tué par un prédateur ; il était notre dernier animal domestique. Nous n'avons pas de graines, défricher semble irréalisable – comment pourrions-nous de toute façon attendre une hypothétique récolte ? Si la forêt permet de nourrir 0,1 habitant au kilomètre carré, le calcul est rapide : nous sommes trop nombreux pour rester ensemble. Nous devons nous séparer et redevenir des chasseurs-collecteurs nomades.

Nous discutons de nos chances de survie, en confrontant l'ensemble de nos savoirs, puisés dans le souvenir de nos études, de nos lectures, de nos expériences professionnelles. Notre espèce a-t-elle seulement une chance de survivre à l'effet de sélection terrible qu'elle vient de subir ? Nous nous rassurons en pensant que ceux qui survivent au péril, tels les migrants en Nouvelle-France au XVII<sup>e</sup> siècle, jouissent d'une meilleure fécondité et d'une survie infantile plus élevée. De longs palabres nous permettent de définir trois priorités : natalité, nourriture et vie en groupe.

## Jour 6

Nous sommes une humanité seconde. Ayant accumulé des siècles de connaissances scientifiques et technologiques. Sachant vers où se diriger, mais ayant tout oublié des moyens premiers pour y parvenir. Nous connaissons la roue – mais ne pouvons tracer les routes qui la rendent utile. Nous avons appris l'hygiène – mais sommes démunis face à la maladie. Nous savons notre besoin de protéines – mais ignorons comment les obtenir.

Dresser l'inventaire préalable de notre écosystème est une nécessité. Un ornithologue amateur nous apprend à identifier les jacassements des nombreux oiseaux, les anciens chasseurs repèrent les pistes. Nous récoltons feuilles, fruits, champignons, larves d'insectes, crustacés, racines... que nous testons en petites quantités, essayant de retrouver des goûts connus – l'empoisonnement est un danger pour les primates omnivores que nous sommes. Nous devons aussi nommer tout ce que nous recensons.

**La justification  
irrationnelle de la  
"Fin" tisse notre  
premier lien: nous  
sommes les "élus".**

Au-delà de 150 personnes, le néocortex de *Sapiens* a trop de visages à se remémorer pour maintenir l'intégrité du groupe. Arrangements et alliances repoussent cette limite, mais nous sommes issus d'expériences sociales différentes et sans règle commune. La justification irrationnelle de la "Fin" tisse notre premier lien: nous pensons être les "élus".

## Jour 10

A l'avenir, nous estimons que moins d'un enfant sur deux atteindra l'âge adulte. Aussi devons-nous en mettre au monde le plus possible. Notre espèce étant la seule à avoir besoin d'une aide sociale pour accoucher, les femmes ayant déjà enfanté sont choisies pour les premiers accouchements, qui se dérouleront dans des conditions précaires. Rapportée par quelques-uns, la croyance selon laquelle manger du poisson facilite l'accouchement est intégrée par le groupe.

Dans notre nouvel environnement, manger cru serait fatal: les femmes cesseraient sans doute d'ovuler; la carence énergétique obligerait à absorber une quantité de nourriture à laquelle notre système digestif n'est pas adapté. La cuisson nous permettra en outre d'éliminer les dizaines de composés secondaires toxiques que les végétaux opposent aux prédateurs, et de mieux assimiler l'amidon dont sont riches les tubercules que l'on trouve ici communément.

Pour allumer le feu, nous confectionnons des briquets avec de vieilles limes d'acier riche en carbone et des éclats de silex noirs. La percussion permet d'embraser la peluche des feuilles de palmiers. Le geste que nous utilisons pour battre le briquet ressemble-t-il à celui de nos ancêtres retouchant leurs lames de pierre?

## Jour 22

Bactéries, virus, vers plats et protozoaires, autrefois chassés par les antibiotiques, l'eau de Javel ou l'hygiène, refont soudainement partie de notre microécologie. Nous n'avons pas les mêmes conceptions du souillé et du pur, mais la peur de la contagion à la suite des premières fièvres, heureusement sans conséquences, fait naître une horreur commune de la pollution. Nous nous saluons à distance d'une inclinaison de la tête et réservons désormais la plage à la défécation.

Les capacités de conciliation de notre espèce nous aident à renforcer la cohésion au sein du groupe. La logique d'aïnesse est le premier mécanisme à fonctionner: devant la difficulté, chacun se tourne vers les anciens. Les femmes se montrent aussi solidaires entre elles, tissant un réseau d'alliances pour affirmer leur domination collective. Elles

## Pendant ce temps- là, dans nos villes...

[...]

Sitôt notre disparition acquise, la nature se venge de notre arrogante supériorité mécanisée par voie hydraulique. Elle commence par les constructions en bois — matériau le plus utilisé au monde pour la construction de maisons. Le revêtement de zinc cède sous les assauts répétés de la pluie, et l'eau pénètre sous les bardeaux. Elle traverse les feuilles de support en contreplaqué ou en aggloméré.

[...]

Dès les premières années sans chauffage, les canalisations éclatent dans toute la ville, le cycle gel-dégel pénètre dans les bâtiments et les détériorations s'amplifient. Les immeubles grincent sous les mouvements d'expansion et de contraction de leurs entrailles; les jointures situées entre les murs et les plafonds cèdent. L'eau s'infiltré, les boulons rouillent et le revêtement saute — l'isolation se retrouve exposée.

[...]

Si la ville n'a pas encore été la proie des flammes, comme il n'y aura plus de pompiers pour intervenir, la première décharge de foudre qui frappera un tas de branches et de feuilles mortes déclenchera un incendie monstre.

[...]

La pluie et la neige s'engouffrent dans les bâtiments. Très vite, les sols en ciment eux-mêmes subissent les ravages du cycle gel-dégel, et se mettent à se déformer. Les isolations calcinées et les boiserie réduites en cendres apportent leur contingent de nutriments au sol de la ville. Les vignes vierges et les sumacs vénéneux grimpent aux murs recouverts de lichen, qui profite de l'absence de pollution atmosphérique. Buses à queue rousse et faucons pèlerins nichent dans des gratte-ciel toujours plus squelettiques.

Une faible migration suffira à rétablir la diversité génétique dans notre population.

stigmatisent les comportements de tricherie des plus réticents à l'ouvrage. Elles ne ménagent également aucun effort pour prévenir les querelles au sujet du sucre. Nous récoltons des fruits, des baies, toutes sortes de noix, du miel et des graminées sauvages pour confectionner des galettes... mais nos corps restent sevrés de glucides.

### Jour 48

Un adolescent se révèle particulièrement habile à poser des collets et à piéger de petits mammifères. Il dit avoir appris cette pratique dans un jeu vidéo. Notre ingéniosité collective nous permet d'envisager prochainement la dispersion du groupe à laquelle nous nous préparons.

### An 1

La première bande de peuplement du front pionnier s'enfonce dans la forêt à l'aube. Elle suit la direction du soleil levant: l'espèce mobile qu'est *Sapiens* a toujours circulé plus facilement longitudinalement, dans les couloirs des niches écologiques.

Elle doit opérer un saut groupé de vingt kilomètres dans la forêt puis s'installer à proximité d'un point d'eau. Chaque bande pionnière compte environ 25 membres, groupés en familles nucléaires formées pour l'occasion et séparées par quelques kilomètres.

La dépression de consanguinité risque de toucher rudement les pionniers. Nous sommes issus de populations ayant connu une forte croissance et évité la consanguinité, accumulant ainsi les mutations délétères dans leur génome. Nous pourrions favoriser la reproduction entre apparentés pour purger ces mutations, quitte à encaisser une plus forte mortalité, mais les risques d'extinction seraient trop élevés. Nous optons donc pour un évitement drastique de la reproduction entre apparentés: un homme ne reproduira jamais le mariage de son père et ne prendra donc pas épouse dans la bande de sa mère. Une faible migration suffira à rétablir les différences génétiques entre individus tout en diminuant les différences entre bandes créées par la dérive génétique.

### An 3

Il existe une relation positive claire entre la taille des populations animales et leur capacité à persister sur la durée. Qu'en sera-t-il de nos toutes petites populations,

extrêmement vulnérables aux phénomènes stochastiques environnementaux et démographiques? "L'effet Allee" observé par les écologues prévoit qu'en dessous d'un certain seuil de densité, une population périclite inéluctablement. Une bande a été victime de ce mécanisme: après un écoulement de boue meurtrier, elle n'est plus assez nombreuse pour chasser facilement et sans risque les proies qui permettent de nourrir un groupe comportant femmes enceintes et enfants. Elle se trouve prise dans une spirale d'affaiblissement qui la condamne. Nous fixons un seuil limite de dix chasseurs en dessous duquel les bandes doivent abandonner leur aire pionnière pour rechercher la fusion.

## An 11

Notre faible population nous expose à "l'effet fondateur": les traits d'un seul individu ont plus de chances de se diffuser à l'ensemble du groupe. Des cas de nanisme chez de jeunes enfants sont déjà rapportés. Leur doigt surnuméraire signe un syndrome d'Ellis-Van Creveld, autrefois répandu dans la communauté des Amish à cause d'un seul colon porteur émigré en 1744. La règle du mariage au plus loin atténue la fréquence de ces maladies génétiques, si les mutations ne sont pas trop délétères.

Cohésion, coopération et partage conditionnent la survie. Pour éviter tout conflit interne, la distribution des ressources a été soigneusement codifiée. Les chasseurs ont en propriété commune le territoire de chasse et sont soumis à des règles précises et équitables de partage. Les bandes sont des sociétés acéphales: les maîtres de chasse et les guérisseurs n'ont pas de pouvoir de commandement, non plus que les hommes par rapport aux femmes.

Il arrive qu'un individu se querelle de mauvaise manière et soit renvoyé. Ou que les familles restent à couteaux tirés: leurs cabanes se tournent le dos dans les villages, dessinant une topographie de l'inimitié qui représente un moindre mal.

## An 33

La mobilité résidentielle des bandes est forte. Durant un à quatre ans, elles pratiquent dans la forêt une agriculture sur abattis-brûlis. Puis laissent les terres en jachère pour une génération, afin de reconstituer la fertilité du sol et de lutter contre les parasites, continuant d'y cultiver des fruitiers et des espèces attirant le gibier. En réenfouissant la tête ligneuse des ignames pour favoriser la reprise, de véritables jardins forestiers se créent, que protègent

[...]

Les bâtiments ancrés dans le schiste dur de Manhattan, comme la plupart des gratte-ciel de New York, n'ont pas été conçus pour supporter l'action de l'eau au niveau de leurs fondations en acier. Les égouts bouchés, les tunnels inondés et les rues transformées en rivières contribueront à saper les seconds sous-sols et à déstabiliser leurs énormes charges.

[...]

En l'espace de vingt ans, les paratonnerres ont commencé à rouiller et à casser: les feux de toitures se répandent d'un immeuble à l'autre et pénètrent dans des bureaux recouverts de boiseries et remplis de papiers ne demandant qu'à s'enflammer. Les conduites de gaz prennent feu, la déflagration brise les fenêtres, et les flammes lèchent la façade.

[...]

En s'effondrant, les immeubles augmenteront le pH du sol en y ajoutant la chaux de leur béton, ce qui favorisera le développement d'arbres comme le nerprun et le bouleau, qui ont besoin d'environnements moins acides.

[...]

Peu à peu, la jungle d'asphalte fera place à une jungle véritable.

[...]

En moins de deux siècles, les arbres auront en grande partie remplacé les mauvaises herbes. Ensevelis sous des tonnes de feuilles mortes, les caniveaux fourniront un terreau fertile pour les chênes et les érables des parcs municipaux. Les bosquets de robiniers et d'oliviers d'automne fixent l'azote et permettent aux tournesols, aux barbons et aux eupatoires rugueuses de prendre pied, ainsi qu'aux pommiers, dont les graines sont transportées par toute une prolifération d'oiseaux.

[...]

Les ruines romaines nous apprennent qu'une couche épaisse de fonte résiste au temps: dès lors, la présence de bouches d'incendie au beau milieu d'un champ de cactus pourrait bien être un jour l'un des seuls vestiges de l'humanité d'avant.

des rituels magico-religieux. Une bande a apprivoisé un canidé sauvage. L'espèce est d'une extrême prudence, n'approche pas les chasseurs. Il faut capturer les jeunes sitôt nés, avant que se referme la fenêtre de sociabilisation durant laquelle les stimuli extérieurs sont perçus comme amicaux. Ce premier "chien" n'a encore développé aucune agressivité envers sa meute adoptive. La bande n'avait fait connaître cette découverte à personne, faute de contacts. Lors de notre échange, nous éprouvons des difficultés à comprendre certains détails de leurs explications.

## An 60

Nous payons localement un lourd tribut à la médecine moderne, qui a diminué l'effet de la sélection naturelle dans notre résistance aux maladies. Une épidémie de fièvre hémorragique, probablement due aux singes, vient de faire des ravages isolés. La contagiosité par contact avec des fluides corporels contaminés, animaux ou humains, semble extrême: 40 % de décès. De quoi rayer une bande de la carte. Heureusement, le sida ou la syphilis, ainsi que d'autres maladies humaines absentes du groupe initial, ont disparu. La fin des hyperinsulémies répétées dues à notre surconsommation de saccharose a des effets bénéfiques pour la nouvelle génération, épargnée par la myopie, l'acné, les caries ou encore les allergies, qui résultaient probablement du désert parasitaire dans lequel nous vivions avant la "Fin".

## An 108

Les bandes atteignent 40 individus. Nous aurons au total une trentaine de naissances cette année. Notre métapopulation croît, mais les situations d'adversité physique et psychologique rencontrées par les jeunes filles ont fait reculer l'âge des règles, diminuant leur durée de vie féconde. Nous devons diversifier encore nos ressources alimentaires pour que notre natalité augmente. Les colons côtiers s'aventurent à plusieurs dizaines de kilomètres en mer à bord de catamarans. Ils ont découvert des sangliers sur une île et organisé la gestion de ce territoire, traquant les prédateurs, laissant des fruits à la mauvaise saison. Ailleurs s'instaurent d'autres stratégies de contrôle des animaux sauvages, tandis que des rituels initiatiques conduisent certains à tenter de maîtriser jusqu'aux buffles.

## An 220

Le territoire sur lequel notre métapopulation trouve sa nourriture et assure sa reproduction a permis à notre population de croître. Parmi les bandes, certaines



**La place vient à manquer; les heurts se multiplient. Les bandes conquièrent de nouveaux milieux.**

développent une vie collective moins mobile, entretenant et surveillant jalousement le bien social qu'elles transmettent aux générations futures: la forêt. La place vient à manquer; les heurts se multiplient. Sur les zones frontières, la croissance démographique pousse les bandes à transgresser les limites de leur niche originelle et à conquérir de nouveaux milieux. Ces nouveaux habitats leur permettront peut-être d'augmenter durablement leurs chances de survie ou leur fécondité.

**An 511**

Les bandes les mieux organisées forment des collectivités d'environ 200 membres. La durée de la jachère diminue. Le travail agricole est plus dense, pénible une ou deux saisons l'an. Il faut chasser, toujours, mais aussi semer, récolter, nettoyer les sols, sarder, marquer et garder des troupeaux de porcs, récolter les fumures... Sur des marchés embryonnaires se troquent des productions artisanales limitées.

**An 750**

Quelque part, des sédentaires ont défriché entièrement une parcelle, enlevant pierres et racines, puis commençant à la labourer. De premières habitations fixes jouxtent des champs permanents. Un puits et des chemins fournissent un accès pratique à l'eau potable. Travaux de terrassement, de drainage et d'irrigation s'ajoutent aux tâches trois fois plus nombreuses qu'autrefois, mais les chiens domestiqués, trapus, aident au transport des charges. Les stocks de grains attirent les commensaux, les chats sauvages traquent les rongeurs, montrant parfois un caractère docile qu'ils transmettront peut-être.

**An 992**

Comme au Néolithique, la sédentarité initie une réaction en chaîne grâce à la diminution de la durée consacrée au transport des enfants: la fréquence de succion baisse, l'aménorrhée raccourcit, la vie féconde augmente, offrant sans cesse de nouveaux bras aux travaux agricoles. Les colonies les plus lointaines se rencontrent peu, les liens se distendent. L'intercompréhension entre nous n'est déjà plus immédiate à cause de la divergence linguistique. Comment savoir si cette explosion nataliste assurera notre succès?

## Alors que dans nos campagnes...

[...]

Conçus par croisements forcés, et par mélanges aléatoires d'acides aminés, le succès et la survie des blés commercialisés depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle dépendent de cocktails bien proportionnés d'engrais, d'herbicides et de pesticides destinés à protéger ces formes de vie générées en laboratoire de tous les dangers qui les attendent à l'extérieur, dans la vraie vie.

[...]

Les champs dans lesquels ils étaient cultivés en sortiront profondément marqués par l'azote et le soufre, et demeureront mal lessivés et acides jusqu'à la formation d'un nouveau sol. Pour cela, il faudra que, des dizaines d'années durant, des arbres résistant à l'acide s'enracinent et croissent sur ces champs, puis que des siècles durant se répandent des couches de feuilles mortes et de bois en décomposition que des microbes capables de résister au mince héritage de l'agriculture industrielle transformeront en humus.

[...]

Si aucun être humain ne revient labourer le sol ou gérer la population animale, alors les forêts reprendront leurs droits. Les prairies bien arrosées accueilleront de nouvelles têtes — ou bien d'anciennes, si de nouvelles incarnations des proboscidiens et des paresseux repeuplent la Terre.

[...]

En dessous de ces sols, périodiquement déterrés par d'ambitieux systèmes de racines, demeureront trois siècles de divers métaux lourds et toute une variété de POP [polluants organiques persistants].

[...]

Le Sahara, lui, était autrefois couvert de rivières et de mares. Avec un peu de patience, il retrouvera cet état un jour. D'autres régions, moins bien loties, se dessècheront.

D'après Alan Weisman, *Homo Disparitus* (Flammarion, 2007)

# Les Français et la fin du monde

Les Gaulois n'avaient – dit-on – peur que d'une chose: que le ciel leur tombe sur la tête. Notre sondage nous apprend que cela n'a, finalement, pas tellement changé. Si ce n'est le ciel, c'est l'astre qui l'illumine qui concentre aujourd'hui l'essentiel des peurs. Rien de très nouveau sous le Soleil donc... Qu'il vienne à s'éteindre, et c'en sera fini, c'est sûr. Ce scénario de fin du monde est le plus crédible aux yeux des personnes interrogées (20 %), assez loin devant l'épuisement généralisé des ressources planétaires (13 %), une catastrophe climatique globale (12 %), ou encore une guerre nucléaire totale (10 %). Mais, au final, ce sont bien les activités humaines et non les lois de la nature qui représentent, aux yeux de l'écrasante majorité des personnes interrogées, le plus grand risque pour l'humanité.

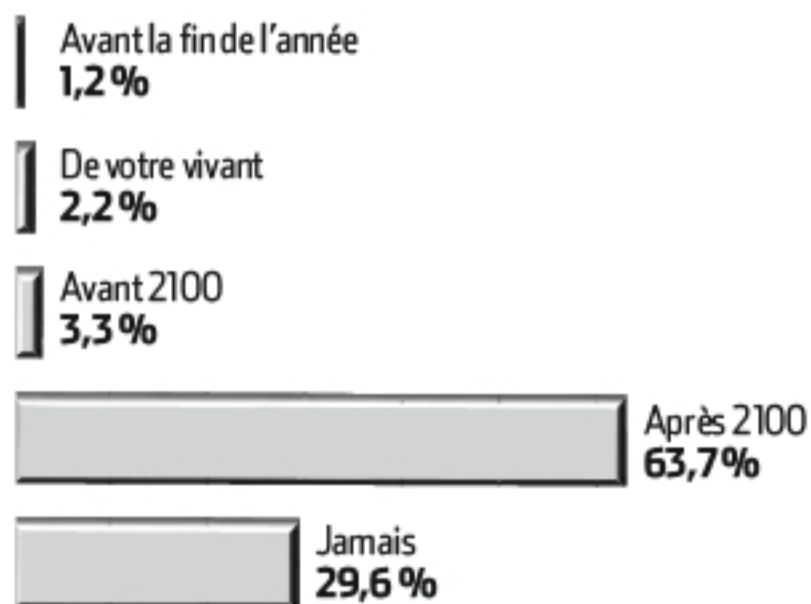
Que se passera-t-il si d'aventure notre bonne Terre était concrètement menacée de disparition ? Serions-nous alors capables de faire

nos valises et de poursuivre l'aventure sur une autre planète ? "Oui !" répondent 62 % des personnes sondées. Un bel optimisme, hélas peu partagé par la communauté scientifique...

Mais, pour l'heure, pas de panique : seuls 7 % des Français pensent que le monde verra sa fin dans le courant du XXI<sup>e</sup> siècle (un chiffre qui dépasse les 10 % chez les femmes et les plus jeunes, preuve que nous ne sommes pas tous égaux face à la fin du monde). Pour la grande majorité d'entre nous, l'apocalypse, ce sera pour plus tard. Plus tard, voire jamais : 30 % de nos compatriotes affirment sans frémir que le spectacle du monde ne cessera jamais ! N'est-il pas un éternel recommencement ? Seul l'avenir, le très lointain avenir, le dira. D'ici là, bien des choses auront eu le temps de changer. Les jeunes seront beaucoup moins jeunes et les moins jeunes ne seront plus de ce monde...

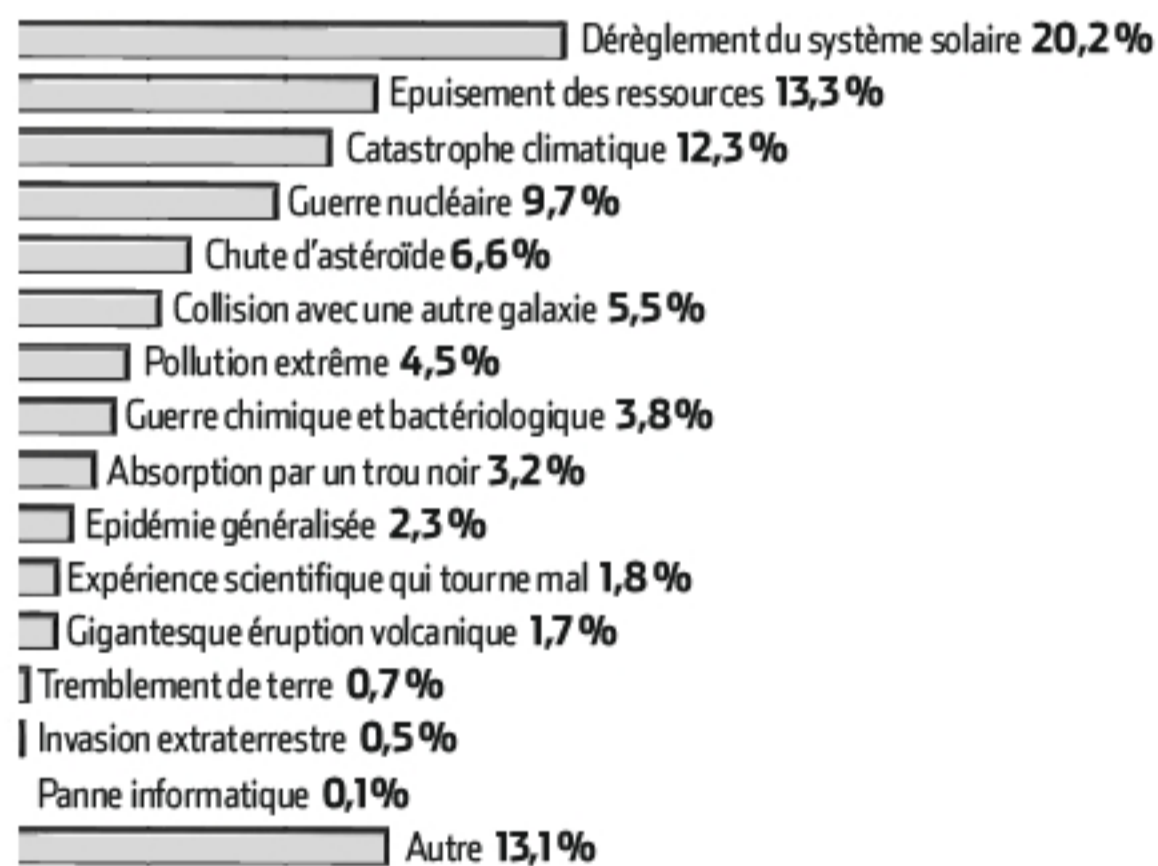
## Quand ?

Selon vous, la fin du monde aura lieu...



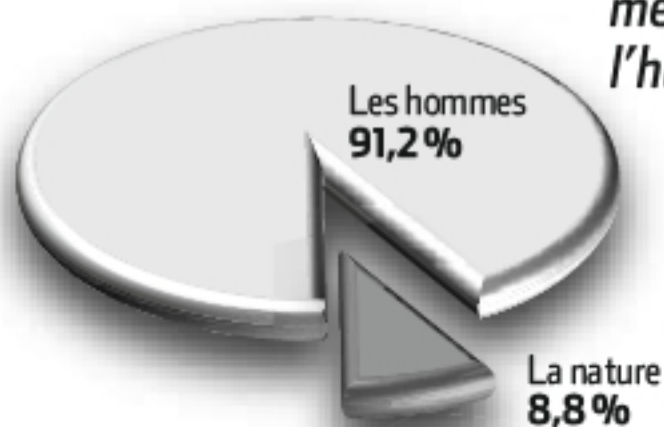
## Comment ?

Et selon vous, la fin du monde aura lieu à cause...



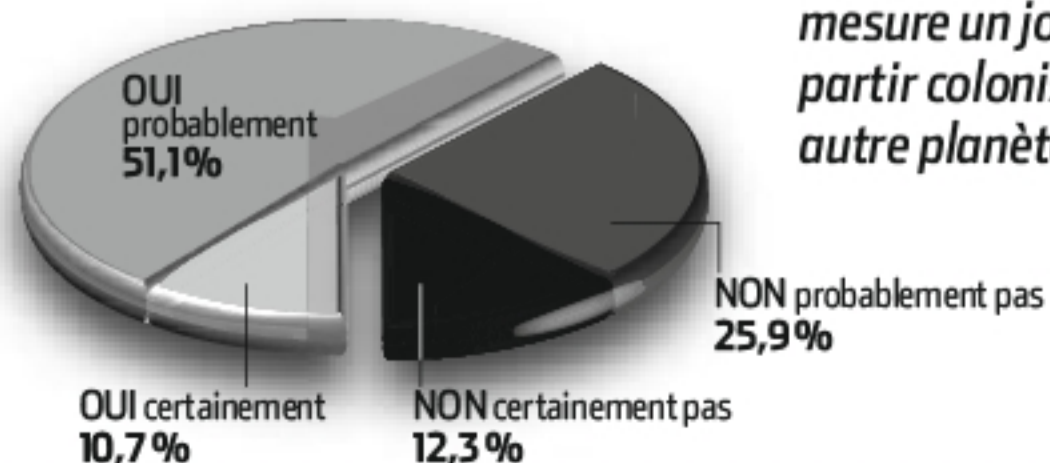
## La faute à qui ?

Selon vous, quelle est la plus grande menace pour l'humanité ?



## Quitter la Terre ?

Pensez-vous que l'homme sera en mesure un jour de partir coloniser une autre planète ?



Sondage réalisé en ligne par Harris Interactive du 19 au 22 octobre 2012, auprès d'un échantillon de 1 665 personnes représentatives de la population française âgée de 15 ans et plus. Redressements sur les critères de sexe, âge, région et catégorie socioprofessionnelle.

# OFFRE FIN DU MONDE!

# skypix<sup>®</sup>

Carte du ciel • actu • encyclopédie

**2,69€**  
au lieu de **5,49€**

Jusqu'au 21 décembre 2012

Après, il sera trop tard... (ou pas!)



Retrouvez-nous  
sur Facebook



Disponible sur  
App Store

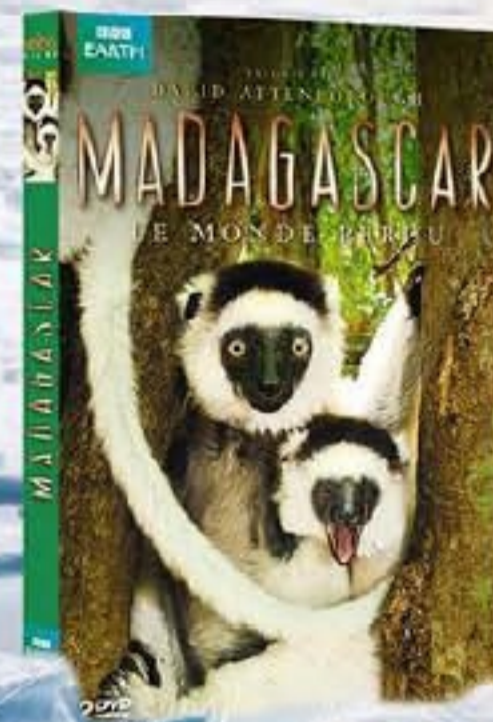
# SCIENCE & VIE

AU CŒUR DE LA VIE

**PARTEZ A LA DECOUVERTE  
DES PLUS BEAUX  
DOCUMENTAIRES BBC**



La lutte pour la vie  
dans l'un des plus beaux  
parcs au monde



L'un des derniers endroits  
sur Terre où la vie sauvage  
est encore mystérieuse  
Sortie le 2 janvier 2013



Prêt pour un voyage extraordinaire  
à travers le Cosmos ?

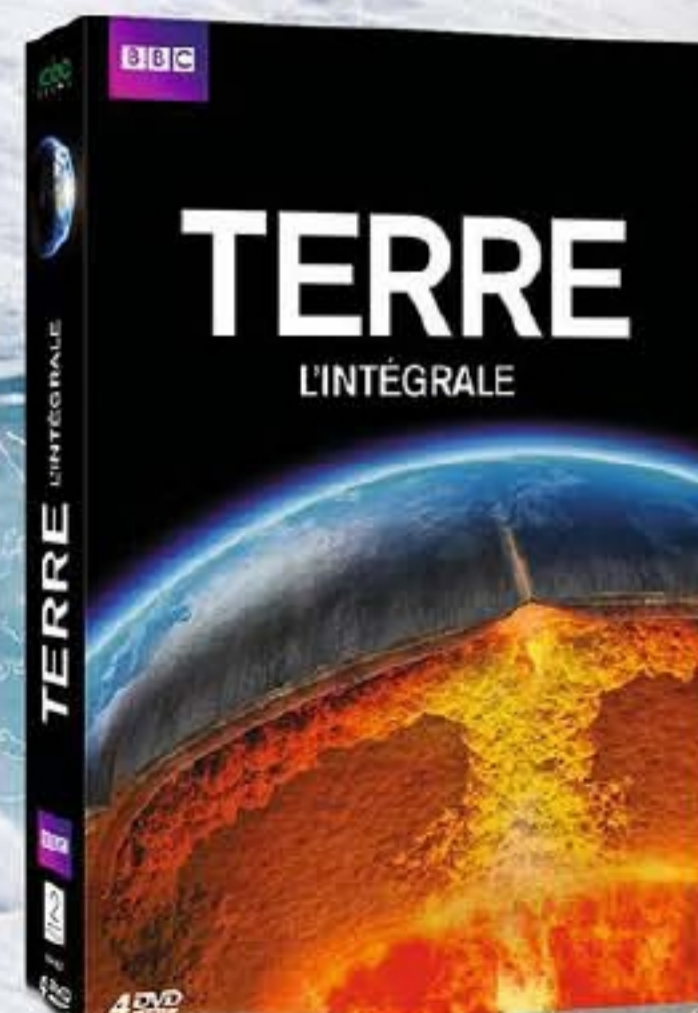


L'intégrale de la grande série  
sur les forces naturelles  
de la Terre



Une histoire de l'Univers qui commence  
il y a 13,7 milliards d'années...  
Sortie le 20 février 2013

Une aventure de l'extrême  
dans les régions polaires à la beauté  
immaculée aujourd'hui menacées



BBC

**EN COFFRET DVD ET Blu-ray Disc**

EN VENTE PARTOUT ET SUR [WWW.KOBAFILMS.FR](http://WWW.KOBAFILMS.FR)

**koba  
FILMS**