

SCIENCE & FICTION

Quand les morts sortent de terre

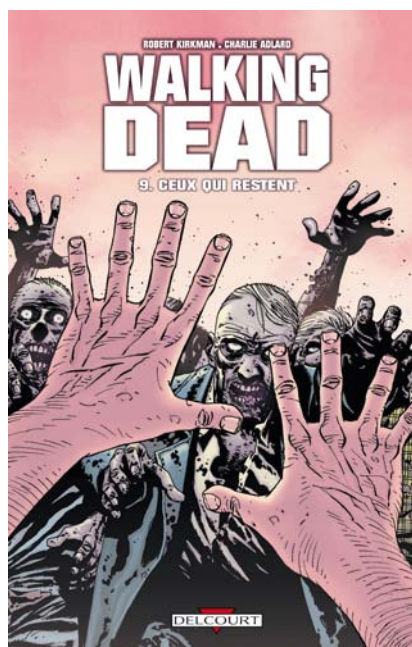
Les zombies, morts qui reviennent à la vie, c'est du cinéma ! Mais les fossiles, à partir desquels on reconstitue les espèces disparues et leur environnement, ne sont-ils pas les zombies de la paléontologie ?

Jean-Sébastien STEYER et Roland LEHOUCQ

En 1968, le cinéaste George Romero réalise *La Nuit des morts-vivants*, film d'horreur à petit budget en noir et blanc : des cadavres sortent de terre dans un cimetière de Pennsylvanie et sèment la terreur parmi les humains qu'ils tentent de dévorer ! L'engouement du public et le succès du film sont tels que le réalisateur, créant un genre à part entière, entreprend alors cinq suites dont *Zombie* (1978), critique de la société de consommation où les morts-vivants envahissent, cette fois, un centre commercial. Aujourd'hui, les zombies sont partout : grand écran, jeux vidéo, bandes dessinées, séries télé et romans.

Le terme proviendrait du créole haïtien *zonbi* qui désigne, dans la culture vaudou, une personne en état de transe, souvent violente et capable d'entrer en communication avec les morts. Lent ou rapide, passif ou affamé, le zombie, quel que soit son état de décomposition, demeure avant tout un humain, victime d'une maladie dégénérative souvent transmissible, qui finit par ressusciter.

Ainsi, le phénomène de « zombification » touche avant tout *Homo sapiens*. Certains cinéastes inventifs ont cependant appliqué le genre zombie aux animaux, créant ainsi une véritable « nécrodiversité ». Par exemple, dans *Re-Animator* (Stuart Gordon, 1985) — librement inspiré d'une nouvelle de Howard Phillips Lovecraft —, des médecins déjantés inventent un sérum capable de ressusciter



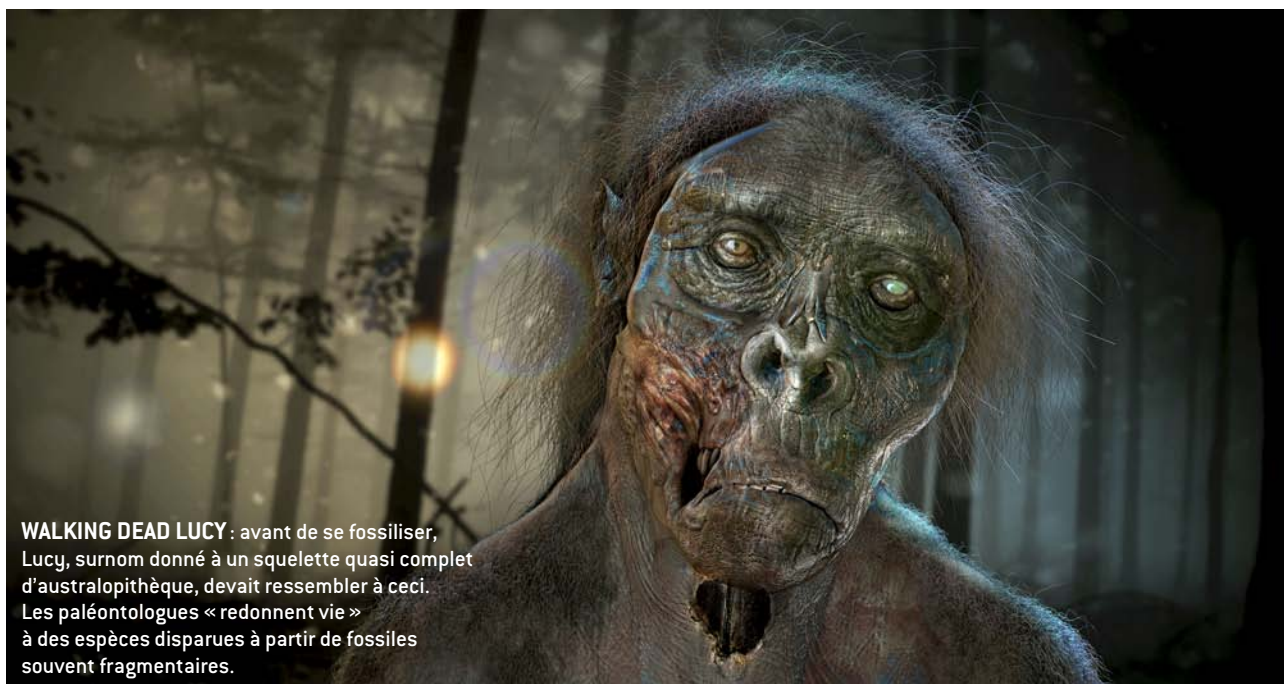
DANS THE WALKING DEAD, une bande dessinée adaptée en série télévisée, les héros tentent de survivre dans un monde envahi par les zombies.

les morts. Ils le testent d'abord sur un chat écrasé avant de s'occuper des cadavres de la morgue. Dans *Braindead* (Peter Jackson, 1992), un zombie mi-singe mi-rat mord la mère du jeune héros, qui se transforme alors en monstre et contamine d'autres personnes. Citons également les dobermans zombies dans le jeu vidéo et le film *Resident Evil*, les moutons zombies dans le loufoque *Black Sheep* (Jonathan King, 2006) ou, pire encore, les castors zombies qui s'attaquent à un groupe d'étudiantes dans *Zombeavers* (Jordan Rubin, 2014)...

Cette nécrodiversité, aussi fantasque soit-elle, n'est pas sans rappeler ce que les paléontologues nomment très sérieusement une thanatocénose (du grec *thantos*, la mort, et *cénose*, la population), notion majeure dans la compréhension de l'évolution de la vie sur Terre.

Pour reconstituer les « mondes disparus », les paléontologues ne disposent que de fossiles, c'est-à-dire de restes d'organismes qui se sont pétrifiés avec le temps. Les spécialistes parlent de perminéralisation : dans le sol, de l'eau riche en minéraux a comblé les espaces vides dans l'organisme mort, les minéraux ont précipité et ont ainsi préservé de nombreux détails morphologiques.

Avant leur fossilisation, les organismes sont, tout comme les zombies des films d'horreur, dans un état plus ou moins avancé de décomposition. Lorsqu'on les découvre enfouis dans les strates géologiques, ces



WALKING DEAD LUCY : avant de se fossiliser, Lucy, surnom donné à un squelette quasi complet d'australopithèque, devait ressembler à ceci. Les paléontologues « redonnent vie » à des espèces disparues à partir de fossiles souvent fragmentaires.

restes constituent alors ce que l'on nomme un assemblage fossile, très utile pour comprendre l'environnement de l'époque et les conditions de fossilisation.

Un assemblage fossile englobe souvent des restes de formes, de tailles et de natures variées, conservés dans la même couche sédimentaire : grains de pollen, débris végétaux, fragments de coquilles, dents isolées, esquilles osseuses ou squelettes complets sont autant de vestiges d'espèces ayant alors vécu à la même époque. Même si beaucoup d'organismes du site étudié n'ont pas fossilisé, l'assemblage fossile donne aux paléontologues une idée de la thanatocénose, c'est-à-dire de la population d'organismes morts : une étape décisive pour reconstruire ensuite la paléobiocénose, autrement dit, la population totale des organismes vivants à l'époque.

Afin de reconstruire la totalité de la biocénose à partir de la thanatocénose, les paléontologues font appel à une discipline à part entière, la taphonomie (du grec *taphos*, l'enfouissement). Cette science vise à reconstruire l'histoire de chaque spécimen, de sa mort jusqu'à la découverte de son fossile : a-t-il été transporté, par un cours d'eau par exemple, avant de se fossiliser ? S'est-il déposé à l'endroit ou à l'envers dans le sédiment ? A-t-il été enseveli rapidement ou, au contraire, a-t-il subi l'action de charognards ou d'autres nécrophages ? Toutes les parties de son squelette sont-elles fossilisées ? Enfin, quelles

transformations chimiques se sont opérées lors de sa fossilisation ? Autant de questions qu'un « expert » de la série télévisée éponyme se pose afin de reconstituer une scène de crime.

Le paléontologue, expert des morts fossilisés

Pour étudier un fossile, le paléontologue dispose de divers outils et méthodes. Une analyse est souvent effectuée au microscope électronique à balayage. Elle met en évidence de nombreuses traces invisibles à l'œil nu, telles que des micro-usures (sur les dents, elles indiquent le type de nourriture ingéré), des marques de corrosion (si l'organisme en question est passé dans un tube digestif avant d'être fossilisé), de prédation ou encore de perforation (certains vers nécrophages, que l'on voit parfois dans les films gores, perforent les os des cadavres).

La plupart des raisonnements du paléontologue reposent sur le principe d'actualisme – aussi nommé uniformitarisme – qui stipule que les phénomènes se déroulant de nos jours n'ont aucune raison de ne pas avoir existé dans le lointain passé de la Terre. Ainsi, il y a toujours eu des herbivores mangés par des prédateurs, des reliefs érodés par les pluies, ou encore des cours d'eau charriant des cadavres. L'observation de phénomènes actuels peut donc renseigner sur la formation de fossiles, même si ce processus est parfois très long. Tel

est l'objectif de la taphonomie expérimentale qui, en plaçant par exemple des carcasses de crevettes dans une solution saturée en phosphore, tente de mieux comprendre la formation de crustacés fossiles dans des sédiments riches en phosphates. Enfin, la géochimie se révèle tout aussi utile en étudiant les réactions chimiques qui ont lieu lors de la transformation des sédiments en roches ou de restes organiques en fossiles.

Avec l'analyse de la thanatocénose d'un gisement de fossiles, la taphonomie complète la reconstitution d'un environnement aujourd'hui disparu. Parfois, cette reconstitution demande aussi un peu d'imagination : ce n'est peut-être pas pour rien que la taphonomie a été créée par le paléontologue explorateur russe Ivan Efremov (1907-1972), spécialiste des stégocéphales (ou amphibiens anciens) et auteur de science-fiction. L'utopie cosmique *La Nébuleuse d'Andromède* (1957), son œuvre la plus connue, lui a même valu le titre de « père de la science-fiction soviétique ».

Il est clair que l'imagination sert la fiction, mais elle sert aussi la science, surtout lorsque celle-ci est historique. Le rêve des paléontologues, ces nécromanciens du passé, n'est-il pas finalement de ramener les morts à la vie ? ■

J.-S. STEYER est paléontologue au CNRS-MNHN, à Paris. R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay.

ART & SCIENCE

Le laboureur des champs... magnétiques

L'artiste grec Takis a fait des champs magnétiques sa matière de prédilection pour concevoir ses œuvres. Grâce à ces forces, il fut même le premier à envoyer un homme dans l'espace !

Loïc MANGIN

Quia été le premier homme dans l'espace ? Vous pensez sans doute à Youri Gagarine. De fait, le Russe a bien effectué un vol spatial, le 12 avril 1961. Mais son exploit a eu un précédent, six mois auparavant... dans la galerie d'Iris Clert, rue des Beaux-Arts, à Paris.

En novembre 1960, le poète sud-africain Sinclair Beiles y était le cobaye d'une expérience ambitieuse : maintenir en lévitation un homme grâce à des champs magnétiques. Le résultat ne fut guère probant, et l'intrépide se retrouva vite dans le filet de sécurité. Il n'empêche, Sinclair Beiles a été le premier à s'affranchir de la gravité terrestre [c, la photographie au fond de la salle]. C'est au moins l'avis du critique d'art Jean Clay qui traita Gagarine d'« imitateur Soviétique » !

L'instigateur de l'événement était l'artiste grec Vassilakis Takis, né en 1925. Aux yeux de Marcel Duchamp, il devenait un « gai laboureur des champs magnétiques et (un) indicateur des chemins de fer doux ». De fait, en parcourant la rétrospective que lui consacre le Palais de Tokyo, à Paris, on se rend compte que l'une des matières premières de Takis est le magnétisme. Depuis la fin des années 1950, la plupart des œuvres en font, selon ses termes, une « quatrième dimension ».

Le premier homme dans l'espace a été envoyé en novembre 1960... depuis une galerie d'art parisienne.

Ainsi, dans ses *Murs magnétiques*, des objets métalliques sont en sustentation, attirés d'un côté par des aimants dissimulés derrière une toile et retenus de l'autre par des fils invisibles [c, sur le mur de droite]. Ces objets semblent flotter dans l'air. Takis reprit le principe avec des plaques métalliques pour une installation commandée par le Centre Pompidou dans les années 1980. Dans la même veine, il a également élaboré une version érotique du martyre de saint Sébastien, les flèches étant suspendues par un procédé similaire.

Le magnétisme est aussi le moteur de sculptures musicales conçues à partir du milieu des années 1960. Placé derrière un panneau de bois, un électro-aimant attire et repousse régulièrement une aiguille métallique qui frappe alors une corde de piano. Une série de ces sculptures, distinctes par la tension de la corde et l'endroit du contact, crée une musique aléatoire et étrange [b].

D'autres œuvres sont plus ludiques et nécessitent la participation du public. Par exemple, avec *Antigravités*, les visiteurs sont invités à jeter des poignées de gros clous sur une plaque aimantée incurvée [a]. Il en résulte des fleurs de métal hérissées de pointes. Avec les *Festins magnétiques*, on manipule des petits tas de limaille de fer sur une plaque aimantée afin de modeler des sculptures éphémères.

Ce ne sont que quelques exemples des nombreuses créations de ce « savant intuitif » qui a séjourné à l'Institut de technologie du Massachusetts, à Boston, pour s'imprégner de science. Il a d'ailleurs plusieurs brevets à son actif. On pourrait aussi citer un hommage au pendule de Foucault ou bien un autre à Franz Kafka. Une exposition propre à vous faire perdre le Nord ! ■

Takis, Champs magnétiques, au Palais de Tokyo, à Paris, jusqu'au 17 mai 2015. <http://bit.ly/PT-Takis>

Faites éclore des bouquets métalliques en jetant des poignées de clous sur une plaque aimantée.



b

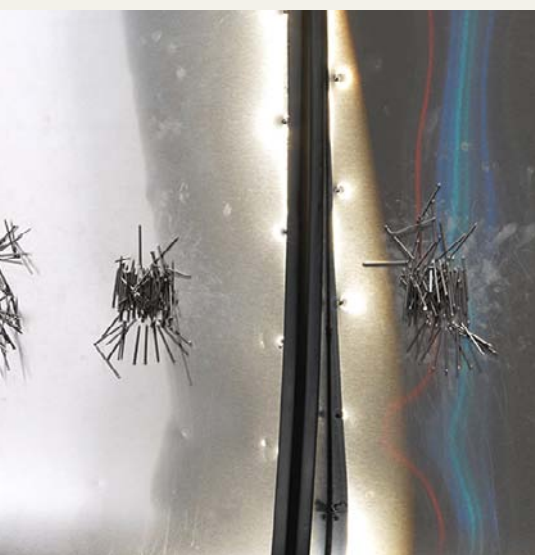
Une musique magnétique. Chaque panneau blanc dissimule un aimant qui agite une aiguille de fer. Dans ses mouvements, elle heurte une corde de piano tendue.

Palais de Tokyo / A. Morin/ADAGP, Paris 2015



c

Le premier homme dans l'espace apparaît sur la photo au fond de la salle. À droite, des cônes métalliques sont en sustentation, à quelques centimètres des toiles.



IDÉES DE PHYSIQUE

Ces boîtes qui crient « Au feu ! »

Les détecteurs de fumée sont devenus obligatoires dans les logements français. Leur principe de fonctionnement : ils déclenchent l'alarme dès qu'ils captent de la lumière diffusée par les particules de fumée.

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

Afin d'alerter les dormeurs en cas d'incendie nocturne, tous les logements en France doivent, depuis mars 2015, être équipés d'un « détecteur avertisseur autonome de fumée » (DAAF). Ces dispositifs émettent une alarme sonore lorsqu'ils détectent les signes d'un départ de feu (voir la figure ci-dessous). Dans le monde, on trouve généralement deux types de détecteurs de fumée, peu onéreux et robustes : les détecteurs optiques et les détecteurs ioniques. Voyons à quels principes ils font appel.

Le bon choix : la fumée

Comment détecter vite et avec fiabilité un incendie ? En décelant une modification rapide des grandeurs physiques liées au feu : hausse de température, rayonnement spécifique des flammes, présence de gaz de combustion ou de fumée.

Que choisir ? Les détecteurs modernes de température qui mesurent les effets de la chaleur grâce à un réseau distribué de fibres optiques sont bien adaptés à de grandes structures telles que tunnels, stations de métro ou usines, mais pas aux habitations. La détection du rayonnement infrarouge ou ultraviolet des flammes, elle, nécessite une analyse à plusieurs longueurs d'onde, délicate à mettre en œuvre si l'on veut éviter des alarmes intempestives. Quant aux détecteurs de monoxyde de carbone, ils sont plus chers et usent plus vite les piles.

C'est donc finalement la fumée, due à une combustion incomplète des matériaux, qui est la plus facilement détectable. Elle constitue en outre l'une des signatures les plus précoces des feux couvants, dont la combustion peut être longue avant que n'apparaissent les premières flammes.

Les particules de fumée sont formées par l'agrégation aléatoire de sphérules dont le diamètre est de quelques centièmes de micromètre. Les agrégats sont de tailles variables, allant jusqu'à une dizaine de micromètres, la taille moyenne étant de l'ordre de un micromètre. La fumée est, par ailleurs, une substance opaque. Autrement

dit, elle absorbe la lumière qu'elle reçoit. On peut estimer cette absorption grâce à la taille des particules de fumée. Si l'on recouvre une surface de un mètre carré par des particules de un micromètre de diamètre, on obtient une surface parfaitement opaque avec un millionième de mètre cube de suie, soit une masse de l'ordre du gramme.

Il s'ensuit que si la concentration des particules de fumée est de l'ordre du gramme par mètre cube, un rayon lumineux a toutes les chances d'être intercepté au bout de un mètre. Pour la taille d'un détecteur, qui est plutôt de l'ordre du centimètre, l'absorption de lumière sera bien plus faible, de l'ordre du



LES DÉTECTEURS DE FUMÉE émettent une alarme sonore. Ceux autorisés en France sont des détecteurs optiques, mais on trouve dans d'autres pays des détecteurs ioniques.