



# Les extraterrestres expliqués à mes enfants



# Roland Lehoucq

# Les extraterrestres expliqués à mes enfants

Éditions du Seuil

ISBN 978-2-02-107439-0

## $\ensuremath{\mathbb{C}}$ Éditions du Seuil, janvier 2012

Le Code de la propriété intellectuelle interdit les copies ou reproductions destinées à une utilisation collective. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants cause, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

www.seuil.com

La foule sort lentement de la salle de cinéma. Dans le flot, Chloé et Léonard discutent avec leur père du film de science-fiction Avatar qu'ils viennent de voir.

- C'était super! Les images étaient magnifiques et les effets spéciaux vraiment géniaux!
- J'avoue que la planète Pandora n'est pas mal faite. Quand les Na'vis se baladent dans les arbres géants, les paysages sont incroyables. Et toutes les bestioles sont réussies. Ah! ça doit être bien de pouvoir voler sur le dos d'un banshee!
- Sûrement, mais moi, je n'y crois pas! D'ailleurs, je suis sûr qu'ils n'existent pas ces banshees et ces Na'vis, hein papa?
- C'est vrai que, pour l'instant, personne ne sait s'il existe des extraterrestres. Mais *Avatar* n'est évidemment pas un documentaire scientifique. C'est un film de science-fiction, conçu pour être divertissant et montrer de

belles images. De ce point de vue, James Cameron a bien réussi son coup, je suis d'accord avec vous. Avez-vous quand même remarqué à quel point les êtres et les plantes de Pandora ressemblent à ceux que l'on trouve sur Terre? On y voit des vertébrés, des carnivores, des herbivores, des arbres et des fleurs.

- Mais oui! Le viperwolf ressemble à un loup à six pattes... et le titanothérium est un mélange de rhinocéros et de requin-marteau! Et le banshee ressemble à un ptérodactyle, mais avec une tête de dragon!
- Exactement! Et le direhorse ressemble à un cheval, bien qu'il se nourrisse comme un papillon. Et l'hélicoradians, la plante forestière qui se rétracte quand on la touche, est une copie du ver marin *Spirobranchus giganteus*, dont les spirales de tentacules colorés peuvent aussi se rétracter au moindre contact. Sans parler des Na'vis qui ressemblent aux humains, même si ce sont des géants bleus à quatre doigts. Si l'on voit tant de créatures familières sur Pandora c'est qu'il est nécessaire que nous, spectateurs, puissions comprendre les images que nous voyons. Représenter les Na'vis sous forme de boules de poils qui roulent pour se déplacer aurait été beaucoup

#### LES EXTRATERRESTRES EXPLIQUÉS À MES ENFANTS

plus exotique mais nous aurions eu les plus grandes peines à déchiffrer leurs sentiments.

L'avantage de ce choix, c'est qu'en observant cette faune extraterrestre imaginaire on peut en déduire, à la lumière des sciences terrestres, un certain nombre de caractéristiques sur sa biologie ou son écologie.



# Entre science et fiction, menons l'enquête

- Ah bon? Tu veux dire qu'on peut faire une sorte d'enquête pour savoir comment les Na'vis fonctionnent?
- Exactement! La science permet de comprendre notre monde, mais on peut aussi l'utiliser pour analyser les mondes de la sciencefiction. Supposons qu'ils existent vraiment, ces mondes. Imaginons que les êtres de Pandora soient réels. Que peut-on dire d'eux en les observant dans le film? Regardez-les bien. Viperwolf, titanothérium et autre thanator ont tous six membres. On dit qu'ils sont hexapodes. Comment est-ce possible? Sur Terre, la théorie de l'évolution de Darwin nous explique que si les tétrapodes partagent un plan corporel à deux paires de membres c'est qu'ils descendent d'un ancêtre commun, reptilien et précédemment amphibien, ayant lui aussi deux paires de membres. Si la théorie

de Darwin s'applique aussi à Pandora, cela revient à dire que les hexapodes que l'on y trouve ont un ancêtre commun qui avait trois paires de membres. Curieusement, les Na'vis sont tétrapodes, comme les banshees. Cela signifie qu'ils descendent d'un même ancêtre bien que leurs aspects actuels soient très différents.

- Et donc les Na'vis et les banshees sont cousins ? Ça paraît bizarre.
- Oui, mais c'est ce que nous dit la théorie de Darwin: comme ils ont tous quatre membres, ils doivent avoir un ancêtre commun. Et prenez la flore. De nombreuses plantes produisent de la lumière. On dit qu'elles sont bioluminescentes. Sur Terre, cette capacité est partagée par certains insectes, comme les vers luisants, et des poissons des abysses. La raison de cette bioluminescence se trouve dans le besoin, pour communiquer ou pour chasser, qu'ont eu ces créatures de produire de la lumière dans des conditions d'éclairement faible ou nul : la nuit pour les vers luisants, les profondeurs abyssales pour les poissons. Cela peut signifier que sur Pandora les nuits sont longues ou sombres. Est-ce raisonnable?

- Je ne sais pas moi! En tout cas, on voit bien des jours et des nuits dans le film.
- Réfléchissons un peu. Pandora est un satellite de Polyphème, une planète géante gazeuse dont le film nous dit que la taille est voisine de celle de Saturne. Dans le cas du couple Terre-Lune, la force de marée de la Lune sur la Terre provoque les marées océaniques. On doit donc avoir des marées sur Pandora provoquées par Polyphème. Mais il y a aussi une force de marée de la Terre sur la Lune.
  - Sauf qu'il n'y a pas d'océans sur la Lune!
- Oui! Du coup, c'est la surface de la Lune qui se soulève d'environ 1 mètre sous l'effet de la force de marée terrestre. Mais il y a un autre effet : au fil du temps, cette force de marée a imposé à la Lune d'avoir une période de rotation sur elle-même quasiment égale à sa période de révolution autour de la Terre. C'est pour cette raison qu'elle nous présente toujours la même face. La même chose doit se retrouver dans le couple Polyphème-Pandora! Dans le Système solaire, cette synchronisation entre rotation et révolution se retrouve aussi avec certains satellites de Jupiter et de Saturne. On peut donc s'attendre à ce que Pandora tourne assez

lentement sur elle-même, ce qui lui donnerait des nuits assez longues. Du coup, au fil de l'évolution des espèces, certains êtres se seraient dotés d'une sorte d'éclairage naturel! Mais il y a un problème. Polyphème brille dans le ciel nocturne de Pandora et, vu sa taille apparente, je pense que son éclat doit être au moins 1 000 fois supérieur à celui de la pleine Lune. La nuit n'est donc jamais totalement noire et la bioluminescence devient nettement moins utile...

- En tout cas, elles sont jolies ces plantes lumineuses! Et elles brillent un peu plus quand on marche dessus, comme dans Billy Jean, un vieux clip de Michael Jackson.
- Et c'est bien pour ça que le réalisateur en a mis dans son film, même si cela ne semble pas très cohérent avec le fait que Pandora soit le satellite d'une planète géante très brillante.
- Et les arbres-maisons où s'abritent les clans Na'vis ? C'est possible qu'ils soient aussi grands ?
- Il est vrai que ces arbres sont vraiment gigantesques. Les plus hauts arbres terrestres sont les séquoias, que l'on trouve essentiellement dans les montagnes Rocheuses et sur le versant occidental de la sierra Nevada, en

Californie. Ils peuvent atteindre 100 mètres de hauteur pour un diamètre pouvant dépasser 10 mètres! On peut déduire la taille d'un arbre-maison en estimant le diamètre de son tronc.

### - Ah bon? Et comment?

- Il est facile de se convaincre que plus un arbre est grand, plus le diamètre de son tronc est important. Cependant, le diamètre d'un arbre n'est pas proportionnel à sa hauteur. L'observation montre qu'un arbre 4 fois plus haut qu'un autre, n'a pas un tronc 4 fois plus large, mais plutôt 8 fois plus large. Cet écart s'explique en remarquant qu'en grandissant un arbre devient plus sensible à une déviation de la verticalité, sous l'effet d'un vent qui le courberait, par exemple. Pour éviter que l'arbre ne se brise facilement sous l'effet de cette courbure, il faut que son diamètre augmente plus rapidement que sa hauteur. En comparant le tronc d'un arbre-maison avec l'un des hélicoptères humains, j'ai l'impression que son diamètre est de l'ordre de 80 mètres. En appliquant la loi terrestre liant diamètre et hauteur cela donne aux arbresmaisons une fantastique hauteur, voisine de 400 mètres!

- C'est vraiment grand!
- Il faut toutefois noter que la base de l'arbre-maison paraît formée d'un enchevêtrement de plusieurs troncs de plus faible diamètre. En cela, l'arbre-maison ressemble au figuier des banians ou banian de l'Inde, une espèce cousine du figuier. Cet arbre peut se développer au point de couvrir plusieurs hectares en étant soutenu par près de 300 gros troncs et 3 000 plus petits. Le banian commence par pousser en se servant d'un autre arbre comme support. Il émet des racines aériennes depuis les branches, qui se développent en pleines tiges une fois qu'elles touchent terre, ce qui permet à l'arbre de se répandre dans un grand secteur, en étouffant l'arbre support d'origine. Le plus gros figuier des banians se trouve au jardin botanique de Howrah, près de Calcutta, en Inde. Son diamètre dépasse 100 mètres!
- Ça doit être impressionnant à voir! Et les banshees, on pourrait vraiment voler sur leur dos?
- Essayons d'abord d'estimer leur taille. En comparant la taille d'un Na'vi, qui est de 3 mètres, à celle du banshee qu'il chevauche, j'estime l'envergure d'un banshee à une dizaine de mètres. Cette envergure est bien supérieure à celle des plus grands oiseaux

terrestres actuels, l'albatros et le condor des Andes, qui est plutôt de l'ordre de 3 mètres. La plus grande créature volante terrestre fut Quetzalcoatlus northropi, un ptérosaure qui vivait à la fin du Crétacé, il y a environ 65 millions d'années. Le premier fossile fut retrouvé au Texas. Il comprenait quelques os du bras dont la taille indiqua une envergure stupéfiante de 12 mètres, du même ordre que celle d'un banshee. Et quelle est sa masse ? Le plus gros oiseau volant actuel est le mâle de l'outarde barbue, qui pèse une vingtaine de kilogrammes. Les chercheurs estiment que la masse du Quetzalcoatlus devait être comprise entre 70 et 150 kilogrammes. On imagine difficilement comment il aurait pu voler en supportant en plus sur son encolure un humain de masse équivalente. D'autant que notre espèce n'a peuplé la Terre que bien plus tard!

- Donc on ne peut pas voler sur un banshee...
- Malheureusement, non. Une question intéressante concerne la façon dont un *Quetzalcoatlus* s'y prenait pour décoller, avec des ailes aussi grandes. Dans le cas de nos grands oiseaux modernes les solutions sont simples. L'albatros se place face au vent et ouvre les ailes. Sa qualité aérodynamique est telle qu'il

plane au moindre souffle d'air. Quant au condor, il évite de se poser au sol. Il préfère un point un peu en hauteur d'où il pourra s'élancer facilement. Pour *Quetzalcoatlus*, des études de biomécanique ont montré qu'il marchait à quatre pattes sur la terre ferme. Cette hypothèse de la marche quadrupède est notamment confirmée par la découverte de séries d'empreintes fossiles de ptérosaures. Dans *Avatar*, les banshees font exactement cela! Pour décoller, *Quetzalcoatlus* prenait appui sur ses membres ailés pour s'élancer comme le fait un sauteur à la perche, puis déployait ses gigantesques ailes pour démarrer le vol battu.

- C'est aussi ce que font les banshees! Ils ont bien réfléchi pour faire ce film, dis donc. Il devrait aussi y avoir des sortes d'oiseaux sur Pandora, non?
- C'est juste. Le fait que des êtres volants peuplent Pandora n'est pas vraiment une surprise, le vol battu ayant été « inventé » à trois reprises par le vivant terrestre. En premier lieu par les ptérosaures, qui ont aujourd'hui disparu. Puis par les oiseaux, qui sont les descendants actuels des dinosaures. Et enfin par les mammifères, comme les chauves-souris. Ce qui est plus curieux, c'est que le banshee

a un système respiratoire proche de celui du dauphin: sans narines, il respire par deux évents latéraux qui s'ouvrent périodiquement. Pour le dauphin, la trachée ne rejoint pas l'œsophage, comme pour nous autres humains : ces deux tuvaux sont totalement distincts et il n'v a aucune communication entre le système respiratoire et le tube digestif. Cela permet au dauphin d'avaler ses proies d'un coup, sans les mâcher, ou de manger sous l'eau sans risquer de se noyer. On peut donc aussi imaginer que les banshees disposent de la même organisation interne. Du coup, eux aussi peuvent « avaler tout rond » sans risque de s'étouffer. Leurs petites dents ne servent donc pas à mâcher la nourriture, comme nous, mais à la saisir fermement pour la broyer avec leurs puissantes mâchoires ou la briser en la secouant violemment. Ensuite, il ne reste plus qu'à engouffrer d'un coup les morceaux restants!

- Beurk! Ça me rappelle le monstre du film Alien. Lui, il fait vraiment peur et il est vraiment bizarre. Tu crois qu'il pourrait exister celui-là?
- Alien est aussi un être imaginaire, conçu par l'artiste suisse Hans Ruedi Giger. Mais mon copain François, un grand spécialiste des animaux, s'est amusé à l'étudier comme si

c'était un être réel. Et voilà ce qu'il m'a dit. D'abord, Alien fait peur parce que son aspect et ses habitudes provoquent rejet et dégoût : sa silhouette est humanoïde mais avec des formes reptiliennes; il est tout noir avec de nombreuses dents, il bave beaucoup, il a un très sale caractère et une drôle de façon de se reproduire. Ensuite, on s'interroge sur la structure de son corps, qui ne ressemble à rien de connu. Il n'est couvert ni d'une peau, comme chez les mammifères; ni d'écailles, comme chez les reptiles; et n'est pas fait de chitine, qui forme l'exosquelette des insectes et des arthropodes (crustacés, arachnides, etc.). De profil, son thorax semble constitué de six paires de « côtes » se prolongeant en deux espèces de « tuyères » postérieures. Il s'agit peut-être d'un système respiratoire. Dans le film, Alien peut respirer la même atmosphère que les humains, mais il est aussi capable de respirer sur des planètes dont les atmosphères sont différentes. Il semble alors logique qu'il soit doté d'un dispositif respiratoire artificiel externe. Sa tête est aussi assez curieuse, avec une longue excroissance vers l'arrière, difficile à expliquer. Elle contient certainement son cerveau, mais pourrait aussi servir d'organe d'équilibre comme on en trouvait chez certains reptiles volants ou planants de

# Marc Ferro Le XX<sup>e</sup> siècle expliqué à mon petit-fils

Michel Vovelle La Révolution française expliquée à ma petite-fille

> Jacques Le Goff L'Europe expliquée aux jeunes

Denis Guedj Les Mathématiques expliquées à mes filles

Pauline Schmitt Pantel Dieux et Déesses de la Grèce expliqués aux enfants

> Roger-Pol Droit L'Occident expliqué à tout le monde

Clémentine Autain Les Machos expliqués à mon frère

Rama Yade Les Droits de l'homme expliqués aux enfants de 7 à 77 ans

Pascal Vernus Les Dieux égyptiens expliqués à mon fils

Alain Demurger Chevaliers et chevalerie expliqués à mon petit-fils

Pascal Picq Darwin et l'évolution expliqués à nos petits-enfants

## Jean-Marc Jancovici Le Changement climatique expliqué à ma fille

Roger-Pol Droit L'Éthique expliquée à tout le monde

Marc Ferro Le Mur de Berlin et la Chute du communisme expliqués à ma petite-fille

> Marc-Alain Ouaknin La Tora expliquée aux enfants

Jacques-Olivier Boudon Napoléon expliqué à mes enfants

Jean-Louis Brunaux Les Gaulois expliqués à ma fille

Bruno Dumézil Les Barbares expliqués à mon fils

Pascal Picq Les Origines de l'homme expliquées à nos petits-enfants

> Jean-Didier Vincent Le Sexe expliqué à ma fille

Hubert Reeves L'Univers expliqué à mes petits-enfants

Marc-Alain Ouaknin L'Alphabet expliqué aux enfants

Jean-Pierre Azéma L'Occupation expliquée à mon petit-fils