

METEORITE !
52 MINUTES

Générique début
00 :03 :00

ARTE France
LA COMPAGNIE DES TAXI-BROUSSE
AXELL COMMUNICATION
présentent

TEASER
00 :03 :14

Depuis la création du soleil, les collisions ont joué un rôle essentiel dans le développement de notre système solaire.

La Terre a été bombardée par des astéroïdes et des comètes aux effets dévastateurs, modifiant parfois le cours de notre évolution.

Mais se pourrait-il que ce qui a apporté la vie, puisse la reprendre ?

A la recherche de traces du passé, les scientifiques parcourent le monde.

Pour surveiller le présent, ils construisent des télescopes.

Mais pour préserver l'avenir de la Terre, doivent-ils, aujourd'hui mener une bataille contre ces corps célestes ?

00.04.04

LES CHRONIQUES DE L'INSOLITE
Météorite!

Un film de
Christopher Hooke

SEQUENCE 1 - LE MYSTERE DE TUNGUSKA
00.04 :18

La chose arriva par l'ouest de la Chine...

Elle plongea dans l'atmosphère à environ 70 000 kilomètres heure....

Dans un vrombissement assourdissant cette boule de feu descendit vers la Sibérie... et explosa !

C'était le matin du 30 juillet 1908, dans la région de Tunguska... Le bruit se fit entendre à plus de 1000 kilomètres... Les secousses dues à l'explosion sont relevées à 900 kilomètres au sud, à Irkoutsk, 45 minutes plus tard.

Traversant l'Europe à la vitesse du son, l'onde de choc atteint Petrograd en 2 heures... Il est alors 2h30 du matin.

Continuant son chemin... elle est enregistrée par toutes les stations météorologiques européennes. Elle arrive à Londres à 5h20, quatre heures après l'explosion.

00.05.34

A Paris, la nuit suivante, nombreux sont ceux qui ne parviennent pas à dormir, en raison d'une lumière étrange et inquiétante, dans le ciel.

Les journaux relatent les extraordinaires soirées, des 1^{er} et 2 août.

Même aux alentours de minuit, on pouvait lire confortablement, sans recours à la lumière artificielle.

En direction du nord-est, le ciel avait une délicieuse couleur saumon.

ITV PATRICK MICHEL

00.06.12

L'explosion de la Tunguska en fait sera l'équivalent à peu près à l'explosion de 2000 bombes d'Hiroshima, donc 2000 bombes d'Hiroshima, vous vous rendez compte avec tous les effets, hormis la radioactivité que cela peut introduire. Et si on, si cette explosion avait eu lieu au dessus de l'Europe, dans des zones habitées, on estime à peu près à 500 000 morts le nombre de morts dus à cette explosion.

00.06.15 synthé

Patrick Michel

Astrophysicien

Archives paysage Séquence 2. Le voyage de Kulik

Com 00.06 :36

A Tunguska, une redoutable « pluie noire » se mit à tomber.

Les habitants terrorisés crurent à un signe envoyé par le Dieu du feu Ogdy.

19 ans passèrent avant qu'une expédition partie de Petrograd, n'arrive à Tunguska .

L'opinion publique était captivée par cette expédition et curieuse de connaître les causes de l'énorme explosion.

Léonid Kulik, dirigeait cette mission.

Au printemps 1927, il quitte Petrograd par le train... Destination, la Sibérie !

Après Kansk, l'équipe voyage pendant 20 jours avant d'atteindre Vanarava.

00.07.39

Après maintes difficultés, il trouve des porteurs n'ayant pas peur de défier le Dieu Ogdy.

Léonid Kulik , ici assis à gauche, est prêt pour la mission de sa vie...

Vanavara est avant Tunguska, le dernier lieu où il est possible de se ravitailler, avant un voyage difficile et dangereux.

On construit des bateaux spécialement adaptés aux fleuves tumultueux.

Après la fonte des neiges, l'expédition s'engage dans les plaines glacées de la Sibérie.

Com 00.08.25

Mais le voyage est encore plus dur que prévu. Kulik et ses assistants sont bientôt usés par les maladies et le manque de vivres.

Com 00.08 :42

Rapidement, il devient impossible de naviguer sur le fleuve. On échange alors les bateaux contre des bêtes de somme.

Après 3 semaines, le scientifique russe est enfin récompensé au-delà même de ses espérances... pour la première fois, il est face aux traces de l'explosion.

Dans ses carnet il écrit :

Voix 00.09 :08

“... Depuis notre lieu d'observation, on ne voit aucune trace de la forêt, car tout a été dévasté et brûlé. C'est très troublant de voir ces arbres géants disséminés comme des brindilles... »

Com 00.09 :23

Plus de 400 000 hectares de forêt étaient couchés.

Kulik a rapidement la certitude d'être face à l'œuvre d'un corps céleste.

L'expédition dresse son camp près d'un marécage qu'ils pensent être l'épicentre de l'explosion. L'équipe se met au travail et mesure l'étendue des dégâts.

Les conditions sont épouvantables... des nuages de moustiques les tourmentent nuit et jour.

Là où il pensait trouver un cratère, Kulik découvre une forêt très étrange où les arbres se dressent hauts et droits, carbonisés et sans branches, comme des poteaux télégraphiques.

Com 00.10 : 16

Kulik fouilla pendant un mois avant que ses provisions ne s'épuisent. Il dragua l'étang... mais ne trouva aucune preuve de l'existence d'une météorite.

Tunguska demeurait un mystère et Kulik, déçu, retourna à Petrograd.

Au début du XX^{ème} siècle, les Hommes avaient encore à progresser dans leur quête pour la connaissance de l'univers. Même si depuis 3 siècles, un long parcours avait déjà été réalisé.

SEQUENCE 3. L'ORIGINE DES METEORITES

Com 00.10:48

Avant le 17^{ème} siècle, les comètes étaient considérées comme des présages, le plus souvent néfastes.

A la fin du 18^{ème} siècle, les astronomes avaient déterminé la position des planètes. Mais la zone entre Mars et Jupiter les intriguaient.

Ils comprirent plus tard, que cet espace vide, était en fait occupé par une ceinture d'astéroïdes.

Ces milliards de formations rocheuses sont de toutes tailles et de toutes formes... Depuis le galet, jusqu'à la petite planète de près de 1000 km de diamètre.

Les comètes sont très semblables aux astéroïdes, mais ces gros morceaux de glace et de poussière ont leur origine, au-delà du système solaire.

Quand leur orbite passe à proximité du soleil, l'eau vaporisée crée la queue des comètes.

La plupart du temps, les astéroïdes et les comètes restent sagement sur leurs orbites respectives, à des millions de kilomètres de la Terre.

Mais parfois, elles se percutent entre-elles... Donnant naissance à des météorites qui peuvent dangereusement dévier vers la Terre.

SEQUENCE 4. HIROSHIMA

Com 00.12 :32

En 1945, une nouvelle arme terrifiante apporte le premier indice sérieux, pour comprendre l'énigme de Tunguska.

Hiroshima ...

Toutes les constructions, dans un rayon de 2 kilomètres, sont détruites.

La bombe atomique américaine explose en altitude. A la verticale de l'explosion, un bâtiment et des arbres ont été préservés, alors que partout ailleurs tout a été soufflé, comme irradié.

La ressemblance avec Tunguska est troublante...

Les scientifiques russes simulent une explosion nucléaire sur une maquette de Tunguska.

Cela produira-t-il un mode de destruction similaire ?

L'expérience laisse peu de doutes.

Se pourrait-il qu'un corps céleste ait pu explosé en haute altitude et se soit vaporisé... ne laissant aucune trace que Kulik puisse trouver ?

Malheureusement, il ne le sut jamais.

Le scientifique russe mourut pendant la seconde guerre mondiale.

SEQUENCE 5. L'EXPÉDITION ITALIENNE

Com 00.14 :06

Professeur à l'université de Bologne, Romano Serra a participé à trois expéditions vers Tunguska.

Ce physicien a passé quinze ans à étudié le site afin de déterminer avec précision, quel objet a bien pu exploser ce matin de juillet 1908.

En collaboration avec les scientifiques russes, les expéditions italiennes, débutèrent en 1991, conduites par le Professeur Longo de l'université de Bologne.

Leur mission était de prélever des échantillons de résine des sapins qui avaient survécu à l'explosion.

Malgré les hordes de moustiques aussi gros et agressifs qu'à l'époque de Kulik, les scientifiques russes et italiens ont trouvé ce qu'ils étaient venus chercher.

Dans un rayon de 8 kilomètres, ils ont sélectionné 6 sapins qui avaient survécu à l'explosion.

Ils prirent des échantillons au cœur de ces arbres, mais aussi d'autres arbres situés à l'extérieur de cette zone afin de comparer les résultats.

Puis ils extrayèrent le bois et la résine autour des branches mortes d'arbres datant d'avant 1908 dans l'espoir que des particules du corps céleste aient été emprisonnées dans la résine.

Durant les 10 années qui suivirent, les équipes Italiennes et Russes organisèrent 2 autres expéditions et collectèrent plus de 7 000 échantillons.

De retour à Bologne, Romano Serra reconstitua l'histoire d'un arbre en analysant sa tranche.

ITV ROMANO dans le laboratoire (doublé)

00.16 :15

Ici nous voyons la coupe d'un arbre qui a survécu à de grandes catastrophes ; il vivait à côté de l'épicentre de l'explosion, dans une zone assez marécageuse où il n'y avait pas de grande compétition pour vivre, les arbres étaient assez épars. A ce moment les anneaux sont assez grands, puis nous voyons, en avançant dans le temps, à l'année 1908 exactement, une anomalie de croissance qui se voit parfaitement bien.

Cette anomalie, étudiée au microscope, se compose d'une déformation des canaux et des fibres trachéides.

Signe que la plante a beaucoup souffert mais est repartie.

ITV ROMANO

Qui vediamo la sessione di un albero sopravvissuto alle grande catastrofe che ha vissuto vicino all' epicentro dell'esplosione, in una zona abbastanza pallododosa dove non c'era molta competizione per la vita, cioè gli alberi erano abbastanza radi, per questo gli anelli in questo punto sono abbastanza grandi, come succede per gli alberi,

E vediamo che avanzando con l'età, arriva all'anno 1908, dove si nota perfettamente un'anomalia nella crescita.

Questa anomalia, in realtà si uno l'osserva con un microscopo, vede che è composta da una deformazione sia dei canali perinchimatici, sia degli tracheidi.

Segna che la pianta abbia molto sofferto ma poi è ripartita.

Étude au microscope et archive d'explosion

Com 00.16 :57

Puis, le professeur Serra analysa la résine.

Il trouva des particules métalliques, de forme sphérique et à l'aspect poli indiquant une exposition à des températures très élevée... Qu'en conclut-il ?

Qu'elles venaient d'un corps rocheux céleste qui avait explosé en altitude avec la puissance d'une bombe atomique. La pression et l'échauffement dus à son entrée dans les couches basses de l'atmosphère particulièrement denses en étaient la cause.

ITV ROMANO CONCLUSION (doublé) 00.17 :32

D'après la disposition des arbres abattus, il est évident que l'objet a explosé à 6 ou 8 km de hauteur donc en altitude.

Mais de là à dire qu'il s'agissait d'une comète, ou d'un astéroïde à basse densité, l'une et l'autre sont plus ou moins équivalents, c'est la même idée.

D'après moi le doute ne sera jamais levé, je le répète, entre un astéroïde friable et une comète.

ITV ROMANO

Si vedesse che l'oggetto, della disposizione degli alberi abbattuti, che l'oggetto è esploso tra 6 e 8 chilometri di altezza, come dimensione in attitudine diciamo. Poi dire che è stato una cometa o un asteroide di bassa densità, in realtà è molto analoga la cosa, ovviamente, siamo in quel « range », e il mio parere non sarà mai completamente così risolto il dubbio tra, ripeto, un'asteroide friabile e una cometa.

Archives des missions

Com 00.18 :02

Plus de 70 ans se sont écoulés depuis la première visite de Kulik à Tunguska, durant lesquelles le site a été l'objet de 29 missions russes et internationales.

Mais ce n'est qu'à la fin du XX^{ème} siècle que le mystère de Tunguska fut percé... enfin presque ! En fait, cela souligne combien nous en savions peu sur les astéroïdes et les comètes.

Prenons par exemple la Lune.

SEQUENCE 6. LA LUNE

Com 00.18 :46

1969... Mission Apollo 11... 3 astronautes américains s'apprêtent à entrer dans l'Histoire.

Jusqu'à la fin des années 50, la grande majorité des scientifiques croyaient que les cratères lunaires étaient le résultat d'une activité volcanique.

La vérité était bien plus intéressante.

Le programme Apollo révéla clairement que ces traces avaient les mêmes formes que des cratères d'impacts ou d'explosions nucléaires.

Ce sont des empreintes de météorites... le résultat de milliards d'années de bombardements.

Notre plus proche voisine est un livre ouvert sur 3 milliards d'années d'histoire.

ITV PATRICK Michel 00.19:38

La lune n'est pas plus malchanceuse que notre terre, en fait simplement, elle garde la mémoire des impacts. Nous, sur la terre, nous avons 2/3 d'eau, donc quand un objet tombe dans l'eau, si il est tout petit il fait plouf, mais il y a pas de trace d'impact, si il est gros ça fera un raz-de-marée, mais en tout les cas il n'y a pas de trace d'impact. De la même manière, nous avons les vents, l'érosion, la tectonique des plaques, tous ces évènements ont tendance à faire effacer les traces d'impact durant l'histoire de notre terre.

Deuxième protection, l'atmosphère puisque vous l'avez vu pour la Tunguska, tous les ans, nous avons des impacts de l'ordre d'une bombe d'Hiroshima par an dans l'atmosphère. Ca reste dans l'atmosphère, ça ne tombe pas sur terre, tandis que la Lune qui n'a pas d'atmosphère, elle reçoit tout. Mais en terme de fréquence d'impacts, en terme de nombre de projectiles, nous avons l'équivalent sur terre et sur la Lune. Simplement, il vaut mieux habiter sur la Terre, nous sommes mieux protégés.

Vue de la terre

Com 00.20:28

La bonne nouvelle, c'est que l'atmosphère est un bouclier efficace contre ces bombardements mortels.

La mauvaise ? Cela ne marche pas toujours !

SEQUENCE 7. BARRINGER CRATER

Com 00.20:40

Un énorme trou de 1 km 200 de diamètre dans le désert d'Arizona... Son nom : le cratère de Barringer.

D'abord, les scientifiques avaient cru que ce cratère était un ancien volcan.

Car, seule une météorite gigantesque aurait pu laisser un tel cratère. Malgré les recherches personne n'avait pu en trouver la trace.

00.21.19

Dan Durda est un des scientifiques qui étudient les cratères d'impact.

Dan Durda ITV 00.21 :25 (doublé)

Regardez cette roche ici.

Elle ne mesure pas plus de 10 mètres de haut.

Maintenant imaginez un rocher 4 ou 5 fois plus gros, ce qui n'est encore pas si énorme, et pourtant... ce rocher causerait ce gros trou.

Dan Durda ITV (anglais)

Look at this rock here, it's a little less than 10 meters tall.

Now imagine a boulder 4 or 5 times larger, which is still not that large really,

That would make that hole there.

Com 00.21 :39

Comment un rocher de la taille d'un petit immeuble peut-il créer un si gros cratère... et puis totalement disparaître ?

Pour le spécialiste des impacts d'astéroïdes qu'est le professeur Durda, la réponse est fondamentale pour comprendre l'incroyable puissance destructrice des météorites.

ITV DAN DUDA 00.22 :12 (doublé)

L'impact fait par un astéroïde ou une comète creuse un cratère qui est bien plus grand que l'impacteur. Les comètes et les astéroïdes ne se contentent pas de tomber sur Terre, ils provoquent un impact à très haute vitesse.

Le cratère qui en résulte peut être 10-15 même 20 fois plus gros que le projectile.

Ici vous voyez le projectile qu'on a tiré et le trou est 10 voire 15 fois plus grand.

ITV DAN DUDA (anglais)

The impact of an asteroid or a comet makes a crater that is much larger than the impactor itself.

Comets and asteroids don't simply fall on the Earth that impact at a very high speeds, and in these situations the resulting crater can be 10 or 15 or even 20 times larger than the projectile itself.

Here we see the projectile that was just fired and that made a crater which is oh at least 10 or 15 times larger than the incoming projectile.

Com 00.22:41

Le projectile qui forma le cratère Baringer, est une météorite de nickel et de fer qui s'écrasa à 70 000 km/h.

C'est cette vitesse, qui a provoqué une explosion bien plus puissante que celle d'une bombe nucléaire.

ITV DAN 00.23:03 (doublé)

Je trouve que les recherches, ici à Media Crater, sont vraiment fascinantes car cet endroit est comme une machine à remonter le temps qui nous reconduit plus de 4 milliards d'années plus tôt, quand la Terre était encore en phase de croissance et d'accrétion grâce aux impacts des astéroïdes et des comètes.

ITV DAN (anglais)

I find the research here in Media Crater so fascinating and rewarding because this place is like a

time capsule tacking us back more than 4 billions years to the early days of the Solar System when the Earth was still growing and accreting from the impacts of the asteroids and comets.

SEQUENCE 8. EXPLOSION SOLEIL

Com 00.23 :22

Notre Soleil naquit d'une nébuleuse de gaz et de poussière, qui explosa il y a 5 milliards d'années.

La nébuleuse forma un anneau circulaire, qui se refroidit peu à peu.

De minuscules morceaux de pierre, de métal et de glace se condensèrent autour du gaz et s'agrégèrent.

Tournant à l'intérieur de l'anneau, ils fusionnèrent et formèrent des pierres... puis des cailloux... puis de petits astéroïdes.

Ce fut le début du processus d'accrétion.

C'est ainsi que commença ce que les scientifiques appellent « l'ère des grands bombardements ».

La Terre subit un bombardement effréné, d'astéroïdes et de comètes pendant les 500 000 premières années de son existence.

ITV DAN DURDA –00.24 :34 (doublé)

Les impacts d'astéroïdes et de comètes ont joué un rôle déterminant dans l'origine et l'évolution de la vie sur terre. Tout au début de l'histoire de notre planète, les comètes et les astéroïdes ont semé sur la terre les matériaux bruts nécessaires à la vie... l'eau, et des composés organiques contiennent du carbone.

ITV DAN DURDA – (anglais)

The impacts of the asteroids and comets have played a very important role in the origin and the evolution of life. Early in the history of the planet, the comets and asteroids brought to the Earth, have seeded the Earth with the raw materials of life, they brought water, they brought organic contents, carbon containing materials.

Animation planètes, nébuleuse

Com 00.24 :57

Quand la matière de la nébuleuse solaire interne fut consommée, cette ère violente prit fin... et la vie pu se manifester.

Environ 100 millions d'années après la formation du Soleil, 9 planètes totalement formées ont émergé... sur des orbites stables.

Mais les objets qui n'ont pas subi d'accrétion ont gardé en eux la composition chimique de la nébuleuse originelle.

C'est pourquoi, les plus anciennes astéroïdes et comètes détiennent des informations sur les origines de notre système solaire.

Des fragments d'astéroïdes et de comètes tombent toujours régulièrement sur la Terre, on les appellent : les météorites...

Sur Terre, la plupart de leurs traces sont masquées, néanmoins pas moins de 160 cratères ont été identifiés.

SEQUENCE 9. EXPEDITION EN ALGERIE

Com 00.26:05

Comme les météorites sont la seule source d'informations sur l'origine de notre histoire, les scientifiques sont prêts à courir le monde à leur recherche.

Voici une autre expédition italienne conduite par le professeur Romano Serra. Il avait repéré ce qui ressemblait bien à quatre cratères d'impact sur une image satellite du sud-ouest de l'Algérie... C'était trop tentant.

00.26.55

Avec les scientifiques Maurizio Serazanetti et Mario di Martino l'équipe arrive sur le premier site.

C'est une dépression – mais est-ce pour autant un ancien site d'impact ?

De toute évidence, c'est dans les déserts qu'on peut trouver le plus facilement des météorites. La sécheresse les a préservés de l'érosion.

Et elles ont généralement une couleur plus foncée que les roches des déserts, ce qui les rend plus facilement repérables.

Com 00.28 :17

Enfin, un échantillon qui, d'après Mario di Martino contiendrait ce que les géologues appellent du « quartz choqué »... c'est un indice d'impact certain.

Piccicata si... perchè no? Frammenti?

Maybe this is a a smoking... for the impact, maybe. We have to analyze it in a laboratory.

This rock in my microscope.. for to see shocking crystal, I hope.

Metamorphosed rock.

.... Adesso prendo questo, comunque...

00.28.58

Pour tester les composants métalliques, l'équipe prélève des échantillons de poussière.

Bello questo.

Magari...

E si fosse silica?

Si... Se fosse?

Sarebbe un po' eccezionale...

00.29.35

« Un vent mauvais apporte de mauvaises nouvelles » dit-on dans la région. Le deuxième site d'impact repéré est proche de la frontière mauritanienne – et les autorités leur refusent le passage.

L'équipe consulte les cartes satellites afin de trouver un autre passage.

Après trois nouvelles journées de recherches, ils n'ont trouvé que quelques échantillons de météorites, mais n'ont pu identifier aucun cratère d'impact.

Dépitée et fatiguée, l'équipe arrive alors face à petite forteresse dans le désert qui renferme un trésor inattendu.

00.31.06

Avec le temps, les Sarawi ont récolté une magnifique collection de météorites...

L'équipe est ravie de proposer son expertise.

00.31.51

Ces météorites peuvent sembler insignifiantes... mais il est bon de se souvenir qu'elles sont les petites sœurs des corps cosmiques qui ont, dans le passé, dévasté la Terre.

Et les scientifiques italiens savent que la question n'est pas SI, mais QUAND cela va se reproduire.

ITV PATRICK MICHEL 00.32.12

Alors, la fréquence des coalitions de corps célestes avec la terre dépend en gros du diamètre de l'objet. Heureusement pour nous, plus les corps sont gros moins ils tombent fréquemment. Cela dit, on estime en moyenne qu'un objet d'un kilomètre de diamètre tombe tous les 500 000 ans et un objet de 100 mètres en gros tout les 1000 ans. Alors maintenant est-ce que ça doit nous effrayer... Ca peut nous effrayer parce que il y a encore quelques inconnus dans l'histoire, cela dit sur notre échelle de temps je pense qu'on peut être rassuré. En revanche il est clair que sur l'échelle de temps qu'il reste au soleil à briller, à consumer son énergie, on aura des impacts majeurs qui probablement continueront à faire disparaître des espèces vivantes comme ça a été le cas dans le passé

SEQUENCE 10. Longs Canyon

Com 00.32.53

Depuis 1980, les scientifiques avaient découvert des indices d'un impact majeur survenu il y a 65 millions d'années.

Ici, à Longs Canyon, au Colorado, l'indice est encastré dans la falaise.

C'est une couche d'argile contenant un taux anormalement élevé d'iridium... un métal rare à la surface de la Terre, mais abondant dans les astéroïdes et les comètes.

ITV DAN DURDA 00.33.21

Cette couche, la limite K/T qu'on trouve partout dans le monde, sépare les sédiments qui se sont déposés pendant la période des Crétacés – l'ère des dinosaures, de ceux de la période dite Tertiaire, l'ère des mammifères dans laquelle nous vivons aujourd'hui.

Cette fine couche est une terrifiante preuve visuelle de l'impact d'un corps cosmique tombé il y a 65 millions d'années.

Cet impact est responsable de l'extinction des dinosaures et de la disparition de 75% des plantes et des animaux.

ITV DAN DURDA

This layer, the KT boundary, found around the world, separates the rocks, the sediments laid down in the Cretaceous period, the age of the dinosaurs, from the Tertiary period, the age of the mammals, where we live today.

This thin clay layer is the dread visual evidence of impact of a massive cosmic body 65 millions years ago.

This impact was responsible of the extinction of the dinosaurs and 75% of all the other plants and animals of the planet at that time.

Com 00.33.53

Les scientifiques ont cherché sur Terre un important cratère d'impact vieux de 65 millions d'années.

Et, fait incroyable, ils le trouvèrent – au Mexique. C'était un cratère immergé de 180 kilomètres de diamètre.

Pour creuser un trou pareil, il a fallu un corps céleste d'au moins 10 kilomètres de diamètre.

Explosion

Com 00.34.26

Les particules de poussière soulevées par l'explosion se seraient élevées au dessus de l'atmosphère, auraient enveloppé la Terre et seraient retombées en pluie, à travers l'atmosphère tout autour de la planète.

Ces débris chauffés à blancs engendrèrent des températures anormalement élevées.

La végétation s'enflamma spontanément et les feux de forêt créèrent un holocauste.

D'énormes tempêtes balayèrent la Terre.

La lumière du soleil fut obstruée par la poussière. Un hiver nucléaire commença...

Durant les millénaires suivants, le dioxyde de carbone relâché par les sédiments issus du cratère engendrèrent un réchauffement global.

Au bout du compte, 75% de la vie sur Terre fut éradiquée... dont les dinosaures.

ITV DAN DURDA 00.35.31

Un impact avec un énorme souffle, des feux, un réchauffement, la destruction de la couche d'ozone ... L'impact qui s'est produit il y a 65 millions d'années a causé toutes les catastrophes environnementales qu'on puisse imaginer, toutes en même temps !

Mais l'impact d'un astéroïde est une catastrophe environnementale que nous pouvons prévenir.

Les dinosaures ont disparu car ils n'avaient pas de programme spatial, eux.

ITV DAN DURDA (anglais)

An impact air blast, wide spread fires, global warming, the destruction of the ozone layer... the impact 65 millions years ago precipitated every environmental catastrophe you could think of, all happening at the same time!

But the impact of an asteroid is one environmental catastrophe that we human can prevent.

The dinosaurs were extinct because they didn't have the space program.

SEQUENCE 11. JUPITER COLLISION

Com 00.35.58

En 1990, la navette spatiale Discovery mis le télescope Hubble, en orbite à 600 kilomètres au dessus de la Terre.

L'un des premiers grands succès d'Hubble fut d'observer un événement qui concrétisa les dangers des corps célestes, comme jamais auparavant.

Cette histoire commence à 530 millions de kilomètres d'ici, sur la plus grosse planète de notre système solaire : Jupiter.

Durant la nuit du 18 juillet 1994, des astronomes italiens, Serrazanetti, Luppi et Serra, ont été les témoins d'un événement qui marqua l'histoire de l'astronomie.

ITV des trois italiens 00.36.55

MAURIZIO : Magnifique. Mais terrifiant en même temps.

VALENTINO : Je n'aurais jamais cru pouvoir assister à un tel événement.

ITV des trois italiens (italien)

Maurizio : Bellissimo e spaventoso nello stesso momento.

Valentino : Non avrei mai creduto di poter assistere a una cosa simile.

Com 00.37.02

A la nuit tombante, Maurizio Serrazanetti arriva le premier à l'observatoire de l'université de Bologne...

Ce que Maurizio et ses collègues allaient voir dépassait de loin les rêves les plus fous de tout astronome...

Une comète appelée Shoemaker-Levy 9 avait été attirée par l'immense force de gravité de Jupiter et réduite en morceaux.

Et maintenant ces fragments, certains de quelques kilomètres de diamètre, fonçaient droit sur Jupiter.

00.38.04

C'était la première fois que des hommes allaient observer un tel phénomène.

00.38.13

ROMANO : ce sont des choses qui se produisent peut-être une seule fois dans un vie !

MAURIZIO.... Ce sont des impacts...

ça doit être le sud de Jupiter.

Romano : ... della forma, del colore di Giove per la posizione, quindi quella cosa scura non puo essere altro che l'impatto di frammenti della cometa su...

Maurizio : Bravo !

Romano : Spettacolo che probabilmente non vedremmo piu nella nostra vita. Faciendo conto.

00.38.27

Malheureusement, l'impact était prévu sur la face cachée de Jupiter.

00.38.34

MAURIZIO : Ce sont des impacts, là, non ?

00.38.38

A leur grande surprise, les italiens ravis, découvrirent les effets des impacts... Ils étaient exceptionnels !

00.38.46

VALENTINO : Combien y en a t-il ?

MAURIZIO : 21 !

ROMANO : Parfait !

ROMANO : Ce sont des phénomènes qui se produisent à environ 1 milliard de km et que nous voyons ici.

Quanti sono i frammenti?

21..

Bellissimo, pensare... 1 miliardo di kilometri...

Com 00.39.02

Deux ans auparavant, la comète Shoemaker-Levy 9 avait tout l'air d'une comète normale. Quand son orbite elliptique la fit se rapprocher de Jupiter, la force d'attraction de la planète géante l'attira vers elle.

Shoemaker-Levy explosa.

En février 1994, le télescope Hubble enregistra ces images.

On y voyait comme un rang de perles dans le ciel...

Ou bien, comme un train cosmique affrété pour une course folle vers le choc le plus énorme du système solaire.

Jupiter est une planète énorme... un géant de glace de 317 fois la masse de la Terre, avec 16 lunes en orbite autour de lui.

00.40.16

Nous ne savons pas ce qui se trouve exactement derrière la noire atmosphère de Jupiter.

Ce que nous savons, c'est que la tranquille sérénité de cette Reine des planètes allait être ébranlée.

Les fragments de la comète pénétrèrent l'atmosphère de Jupiter à 216 000 kilomètres par heure.

Chaque fragment provoqua une explosion équivalente à plusieurs armes nucléaires.

D'énormes boules de feu s'élevèrent dans l'atmosphère.

Les impacts laissèrent des cicatrices deux à trois fois plus grosses que la Terre.

Si un des morceaux de la comète avait rencontré la Terre, cela aurait provoqué un désastre mondial.

00.41.20

ROMANO :

Concrètement nous avons revécu, quasiment en direct, un événement, un phénomène, qui est normal dans l'évolution de la Terre et dans celle de la vie sur Terre.

MAURIZIO :

Maintenant que nous avons vu pour de vrai l'effet que peut produire une « petite » comète de 4 km sur la Terre, d'après moi les gens vont se réveiller, et surtout les gouvernements. Après avoir vu l'effet dévastateur sur une énorme planète, ils prendront sûrement des mesures pour surveiller ces objets. Parce qu'on ne sait pas où ils sont. Cette fois-ci nous avons vraiment eu de la chance d'avoir vu cet objet un an avant. Nous avons dit : « ok, d'ici un an il va toucher Jupiter ».

Mais ce n'est pas le cas pour tous les objets, ils sont donc très dangereux.

- In pratica abbiamo revissuto indiretta, quasi in diretta, ripetto, un fenomeno, un evento che è normale nell'evoluzione della terra e nell'evoluzione della vita sulla terra.

- Adesso che hanno visto dal vero che cosa, l'effetto che puo produrre una piccola cometa, pero no piccola... 4 kilometri, secondo me, la gente si sveglierà ma anche i governi, avendo visto un effetto cosi devastante sul pianeto enorme, è possibile che poi prendono mozioni per monitorare questi oggetti, perchè effettivamente non sappiamo dove sono, questa è stata estremamente fortunata, come cosa l'hanno vista un'anno prima, e quindi hanno detto "bene, fra un' anno, colpirà Giove" ma non tutti gli oggetti sono cosi, sono oggetti molto piu rischiosi...

ITV PATRICK MICHEL 00.42.03

Les gens se sont convaincus effectivement que c'était quelque chose qui pouvait arriver même sur terre, et c'est ainsi que de nombreux gouvernements ont ensuite pris des résolutions en commençant par l'Union Européenne en 1996 qui a produit cette résolution 1080 qui décide d'étudier le risque d'impact, qui considère le risque d'impact comme un risque pour

l'environnement, sérieux. Et puis ensuite d'autre part, le Parlement anglais, le Parlement anglais, le Parlement des États-Unis qui ont ensuite pris ce risque en considération. Donc, cet événement a vraiment été un fait qui a bouleversé complètement, il y a deux périodes, avant 1994 et après 1994, et c'est à partir de là qu'on s'est même dit qu'il fallait peut-être aller voir ces objets, décider des missions spatiales pour aller les rencontrer, pour mieux caractériser l'ennemi qui pourrait éventuellement nous menacer.

SEQUENCE 12. EROS

Com 00.42.52

En 1996, la Nasa mit en orbite pour la première fois, une fusée Delta 2, autour d'une astéroïde proche de la Terre.

L'astéroïde de 33 km de long et 13 de large est appelée Eros.

En février 2000, le vaisseau tournait en orbite à 200 km d'altitude autour d'Eros.

Les cratères racontaient parfaitement l'histoire violente d'Eros et de ses impacts avec d'autres astéroïdes...

Les scientifiques peuvent aujourd'hui affirmer que l'astéroïde est vraisemblablement un fragment d'un plus gros corps originel qui s'est désintégré dans un lointain passé.

Le 12 février 2001, le vaisseau commença sa descente.

Informations télévisées archives

00.43.50

« Nous sommes en piste pour un atterrissage normal dans environ 4 minutes »

« Le vaisseau Shoemaker est sain et sauf à la surface d'Eros et il envoie toujours des signaux. C'est la première fois que les États-Unis ont un vaisseau capable d'atterrir en douceur sur un autre corps du système solaire. Nous sommes tous très heureux. »

Informations télévisées archives (anglais)

... « We are on track for a normal landing in approximately 4 minutes.

... The near Shoemaker spacecraft is safely on the surface of Eros and it is still transmitting.

This is the first time that a United States spacecraft has been the first to soft land on another solar system body.

So we are all very happy about this.”

Com 00.43.17

Ce qui était intéressant, pour les spécialistes des impacts comme Dan Durda, c'étaient les photographies incroyables des cratères d'Eros et l'observation de la répartition des matériaux projetés.

Les modélisations de ces impacts nous révèlent la vie secrète d'une astéroïde proche de la Terre, et nous aident aussi à comprendre comment une collision à 256 millions de km de distance peut nous affecter ici, sur Terre.

ITV Dan DURDA 00.44.45 (doublé)

Dans un laboratoire nous pouvons simuler les conditions d'impact entre les astéroïdes et la ceinture d'astéroïdes principale où ils se heurtent à une vitesse extrêmement élevée de 18000 km/h.

Et la conséquence d'un tel impact est extrêmement violente.

L'astéroïde se partage, se désintègre et des fragments sont éjectés comme des mondes avec très peu de gravité et finalement trouvent leur chemin dans le système solaire et tombent sur Terre comme les météorites.

ITV Dan DURDA (anglais)

In a laboratory we can simulate the conditions of impacts between asteroids and the main asteroids Belt there when they run to each other at a very high speed of about 18 000 km/h. And the response of such impact is extremely violent.

The asteroids shatters, completely disrupts, and the fragments are rejected like small worlds, with very little gravity, to ultimately find their way through the solar system to fall on the Earth as meteorites.

SEQUENCE 13. OBSERVATOIRE

Com 00.45.17

Le problème, c'est que nous n'avons pas de moyens de défense contre les astéroïdes tueurs. Ce que nous avons, ce sont des télescopes.

Le programme Spacewatch en Arizona, a spécialement conçu ses télescopes pour découvrir et surveiller ce que l'on appelle « les géocroiseurs », des objets proches de la Terre .

Au moins un millier d'astéroïdes de plus d'un kilomètre de diamètre approche et croise l'orbite de la Terre, et n'importe lequel d'entre eux pourrait causer un désastre terrible.

90% d'entre eux pourraient être repérés avant 2009.

Mais est-ce que cela peut nous aider ?

ITV PATRICK MICHEL 00.45.56

Alors maintenant supposons qu'un tel objet arrive sur nous, que nous détectons un impact, qu'est-ce que nous pourrions faire... Ca dépend de quand nous le prédisons. Si c'est pour demain, on ne peut rien faire, je dirais même que si c'est pour dans dix ans, on ne peut pas faire grand chose. Il faudra à peu près 20, 30 ans pour développer des méthodes, des mesures, disons, des instruments qui permettraient éventuellement de faire quelque chose, je dis bien éventuellement parce que pour l'instant on n'est pas vraiment sûr de ce que l'on peut faire. Nous avons des idées, nous pensons que nous pouvons le dévier, mais on a jamais essayé.

SEQUENCE 14 SIMULATION IMPACT

Com 00.46.31

A Boulder - Colorado, dans un bâtiment plutôt ordinaire, le laboratoire Jet Propulsion, l'Université du Maryland et Ball Aerospace travaillent en partenariat sur quelque chose d'extraordinaire. La construction du vaisseau Deep impact pour la NASA.

C'est une recherche à relativement petit budget, mais très exigeante sur la nature exacte des comètes.

Les scientifiques connaissent la surface d'une comète. Ce qu'ils ne connaissent pas... c'est ce qu'il y a en dessous. Et si une comète limitrophe de la Terre, nous menaçait, cette information serait indispensable.

00.47.16

Aussi, le 4 juillet 2005, le vaisseau spatial a un rendez-vous avec une comète appelée Tempel 1 qui sera juste au bon endroit au bon moment sur une orbite à exactement 85 millions de km de la Terre.

La mission de Deep Impact est de provoquer une collision avec la comète Tempel 1, afin de révéler ses secrets internes.

Il y a en fait deux vaisseaux spatiaux en un. Le vaisseau mère est un observateur qui va enregistrer l'événement. 24 heures avant l'impact, le vaisseau observateur va pointer ses télescopes de très haute précision vers la comète et va lâcher le second vaisseau qui est en fait un impacteur pour qu'il aille frapper la comète dans sa partie éclairée par le soleil.

Si tout fonctionne comme prévu, un cratère de la taille d'un stade de football mettra à jour l'intérieur de la comète Tempel 1.

00.48.25 PATRICK MICHEL

Ça nous permettra pour la première fois d'avoir la mesure du cratère fourni par un projectile sur un gros corps et ceci est très important pour nos simulations de collisions, pour nos calculs, car cela nous permettra de valider, de voir si nous faisons des calculs justes à l'échelle d'une comète, ou d'un astéroïde.

SEQUENCE 15

Com 00.49.07

Retour sur Terre... Dan Durda essaye aussi d'éviter Armageddon... d'une manière moins violente.

Comme toujours, il y a quelques problèmes mineurs à résoudre.

ITV DAN Durda 00.49.26 (doublé)

Une chose à laquelle on pourrait penser c'est chercher à détruire l'astéroïde avant qu'il n'ait eu le temps d'heurter la Terre.

Le problème c'est qu'on ne connaît toujours pas la composition de l'intérieur d'un astéroïde.

Nous savons que certains astéroïdes sont des monolithes de rocs, représentés ici par cette sphère en plâtre.

D'autres sont d'après nous constitués d'amoncellements de fragments d'astéroïdes fixés ensemble du fait de leur propre gravité. Leur structure est donc sûrement plus rugueuse, et poreuse, donc comme ce modèle-ci...

Si vous essayez de briser ces astéroïdes, disons en envoyant un arme nucléaire, quelle pourrait être la réponse ?

Essayons de simuler ceci avec notre arme nucléaire. Bon, il s'est cassé. Il y a des fragments. Et, au lieu d'avoir un gros astéroïde en route vers la Terre, nous en avons obtenu plusieurs plus petits. Malheureusement, l'impact sera le même. Donc l'énergie totale qui atteindra la Terre sera la même. Nous sommes toujours en danger...

Et pendant ce temps, l'autre astéroïde poreux reste intact, nous n'avons pas eu d'effet sur lui, il est toujours dans sa course vers la Terre.

Nous n'avons donc rien résolu.

Nous avons essayé de penser à des moyens plus efficaces pour nous préserver de l'impact d'un astéroïde :

Nous avons étudié un nouveau concept avec le projet B6- 2:

Nous ne voulons pas détruire l'astéroïde, mais, des dizaines d'années avant qu'il n'arrive, nous

essayons d'atterrir sur l'astéroïde, et très doucement, de l'écarter de sa trajectoire. Cela ne nécessite pas de changer de beaucoup sa vitesse.

Nous utilisons des technologies de la NASA, et pendant peut-être 1 an, avec un moteur puissant nous propulsons l'astéroïde tout entier en changeant sa vitesse de seulement 1 cm/seconde environ, en l'éloignant ainsi de la Terre.

ITV DAN Durda (anglais)

One thing that you might immediately think of is to go out and destroy the asteroid, break it up before it even hits the Earth.

A problem with that is that we just simply don't know yet very well the structure, the internal structures of the asteroids.

Some we know are probably monolithic mountains of rock, represented by this plaster sphere, other asteroids we suspect are what we call rubber piles, they are fragments of asteroids held together by their own self gravity, and they may have a more porous, fluffy structure, to them rather like this form.

If you want to go out and let's say send a nuclear weapon, to an asteroid and blow it up, what might the response be?

Let's try to simulate that with our nuclear weapon and see what happens,

Well, it actually cracked in half, it broke and there are fragments.

And rather than having one large asteroid on a collision course with Earth, we now have several smaller ones. And unfortunately, the impact will be the same, the total energy delivered to the Earth will automatically be the same, and we are still in trouble.

And meanwhile, with our more porous asteroid:

Well, it is still intact, we've accomplished nothing, and the original asteroid is still on its collision course with Earth, and we've not solved the problem.

And so, we've been trying to think of much more practical ways, much more effective ways of preventing an asteroid impact.

One concept, we've been studying with the B6-12 project is to not to try to break up the asteroid, but, decades before it hits, let's land on the asteroid and very slowly push it out of the way.

It doesn't take much change in the speed, to prevent the asteroid from hitting the Earth all together.

And so we grabble around the asteroid and using new technologies developed by nasa 4 project we will gently thrust on the asteroid for a period of perhaps up to a year changing its speed by only about a cm per second or so and that will make the asteroid miss the Earth all together.

Com 00.51.38

Après avoir déplié ses panneaux solaires alors qu'il est en orbite autour de la Terre, le vaisseau sera propulsé par un réacteur à fission nucléaire.

S'accrochant à l'astéroïde, les moteurs du vaisseau produiront une poussée qui durera 3 mois... soit un temps assez long pour détourner l'astéroïde d'une orbite coupant celle de la Terre.

En à peine quatre siècles, l'Homme est passé de la crainte des corps célestes maléfiques... jusqu'à les accompagner dans l'espace, et les détourner de leur trajectoire dans le système solaire !

Alors que nous cherchons à préserver notre avenir, l'exploration spatiale nous entraîne plus avant, vers ce qui est peut-être notre plus grand défi... Retracer les premiers instant de l'Univers et découvrir le mystère de la vie.

Générique de fin
00.52.43

Un film de
Christopher Hooke

Dans la collection
Les Chroniques de l'Insolite
proposée par
David Teyssandier

Assistante de réalisation
Hélène Ferrandi

Image
Christopher Hooke

Montage
Pierre Catalan

Musique originale
Frédéric Lagnau
Mastering
Eric Thomas

Étalonnage
Xavier Pouleur

Mixage
Christelle Loué

Textes dits par
Marielle Kavos
Jacques Chaussepied
Jacques-Henry Fabre

Consultants scientifiques
Mario Di Martino
Patrick Michel
Dan Durda
Romano Serra
Valentino Luppi
Maurizio Serrazanetti
Pr Guiseppe Longo

Archives
Maurizio Serrazanetti
Professor Guiseppe Longo
Agence Spatiale Européenne – ESA

National Aeronautics and Space Administration - NASA
Laboratoire d'Astronomie Spatiale, France - Philippe Lamy
Hubble European Space Agency Information Centre - M. Kornmesser et L. L. Christensen
Observatoire Midi-Pyrénées - J.-P. Kneib et R. Ellis
NASA/JPL-Caltech
Sergey Filippov
National Archives and Records Administration
Ambassade des Etats-Unis – Paris
Communication sapeurs-pompiers des Bouches-du-Rhône

Images de synthèse
Axellcom Technology
Nicolas Fouarge

Distribution
ARTE France

LA COMPAGNIE DES TAXI-BROUSSE

Producteur délégué
Maurice Ribière

Assisté de
Laure Audidière

Administrateur de production
Karim Samaï

Directrice de production
Audrey Ferrarese

Assistante de production
Marianne Jestaz

AXELL COMMUNICATION

Producteur exécutif
Philippe Axell

Administratrice de production
Els Meyns

ARTE France

Unité de programme Découverte et Connaissance
Hélène Coldefy

Chargée de programmes
Anne Beuchot

Avec la participation du
Centre National de la Cinématographie

Avec le soutien de la
PROCIREP – Société des Producteurs
et de l'ANGOAA-AGICOA

Remerciements

Mario di Martino

Professeur Longo – Université de Bologne

Museo del Cielo e della Terra, S.Giov.Persiceto (Bologna)

Astronomical Observatory G.Abetti, S.Giov.Persiceto (Bologna)

Observatoire Astronomique de Turin

Observatoire de la Côte d'Azur

Southwest Research Institute

The B612 Foundation

Meteor Crater Enterprises, Inc

Trinidad Lake State Park, Colorado State Parks

Sheriff James W. Casias of the Las Animas County Sheriff's Office

Secrétariat Général de la Questure du Sénat

Front Polisario à Paris – M. Habibuallah

Pat Rawlings

© ARTE France - LA COMPAGNIE DES TAXI-BROUSSE – AXELL COMMUNICATION -
2005

Fin du programme : 00.53.15