

22. Les défis de l'énergie

22.7 – L'accélérateur d'extinction

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.
Département de génie mécanique

Question

- Qui parmi vous croyez que nous sommes actuellement dans une période d'extinction massive des espèces?



ENR2020

Clin d'oeil

- La seconde extinction de masse

La Presse, 2020-08-30

QUIZ

Qu'ont découvert des astronomes dans des plantes fossilisées lors d'une extinction de masse il y a 359 millions d'années ?

RÉPONSE



QUIZ

Qu'ont découvert des astronomes dans des plantes fossilisées lors d'une extinction de masse il y a 359 millions d'années ?

RÉPONSE

Des centaines de milliers de générations de spores brûlés par les rayons ultraviolets, ce qui indique une disparition pendant des centaines, voire des milliers d'années de la couche d'ozone de la Terre. Cela signifie que cette grande extinction, qui a marqué la fin du dévonien et exterminé 70 % des espèces de la planète, pourrait avoir été causée par l'explosion d'une étoile, dans un événement appelé supernova, à moins de 100 millions d'années-lumière de la Terre. Les chercheurs de l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, qui publient leurs résultats fin août dans la revue *PNAS*, précisent que la plus proche supernova en préparation se situe trop loin - l'étoile Bételgeuse, à 600 années-lumière - pour perturber la Terre.

Question

- Quand croyez-vous qu'une extinction des espèces a commencée?
 - A) Il y a plus de 50 000 ans
 - B) Il y a environ 10 000 à 12 000 ans
 - C) Il y a environ 250 ans
 - D) Après la deuxième guerre mondiale
 - E) Aucune de ces réponses

Question

- Quelle est la relation entre cette extinction et l'énergie?
 - A) Aucune
 - B) L'usage massif de l'énergie coïncide avec le début de cette extinction des espèces
 - C) L'usage massif de l'énergie permet une accélération de cette extinction
 - D) L'usage massif de l'énergie induit des changements climatiques qui à terme vont éradiquer des espèces
 - E) Aucune de ces réponses

Question

- Qui a pris le temps de visionner le film (2019) de Michael Moore produit par Jeff Gibbs?



- Qu'en avez-vous pensé? Discussion.

Avant de débiter...

- Un titre provocateur
 - Parce que, en ce début de XXI^e siècle, nous n'entendons parler que de l'influence des émissions sur le changement climatique;
 - Parce que le problème, et de loin, est beaucoup plus important que le simple changement climatique, malgré son indubitable danger sur l'équilibre des écosystèmes;
 - Parce que le vrai problème date de plus de 50 000 ans...

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- Once upon a time
- La révolution cognitive (\approx - 70 000 ans)
- La révolution agricole (\approx - 8 000-10 000 ans)
- La révolution scientifique (\approx - 500-600 ans, \approx 1500 A.D.)
- La révolution énergétique/industrielle (\approx - 150-250 ans, \approx 1784)
- Conclusion

Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs ;***
- Once upon a time
- La révolution cognitive (\approx - 70 000 ans)
- La révolution agricole (\approx - 8 000-10 000 ans)
- La révolution scientifique (\approx - 500-600 ans, \approx 1500 A.D.)
- La révolution énergétique/industrielle (\approx - 150-250 ans, \approx 1784)
- Conclusion

Introduction et objectifs

- Pour bien comprendre pourquoi les changements climatiques ne sont qu'un morceau du puzzle qui menace la planète, il faut considérer l'évolution et la nature de *Homo sapiens* dans son ensemble;
- Il faut considérer son évolution historique et les phases principales de celle-ci;
- Il faut enfin voir la révolution énergétique comme une bénédiction et un fléau...

Introduction et objectifs

- Objectifs de cette présentation
 - Présenter une perspective de l'évolution du monde;
 - Présenter les phases de l'évolution de *sapiens*;
 - Présenter en quoi notre accès à l'énergie a décuplé la puissance que l'homme exerce à détruire la planète qu'il habite avec les autres espèces.

**Ce présentation représente en fait
le préambule de celle qui concerne la nécessaire
sobriété énergétique, elle vient la justifier**

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Once upon a time***
- La révolution cognitive (\approx - 70 000 ans)
- La révolution agricole (\approx - 8 000-10 000 ans)
- La révolution scientifique (\approx - 500-600 ans, \approx 1500 A.D.)
- La révolution énergétique/industrielle (\approx - 150-250 ans, \approx 1784)
- Conclusion

Once upon a time...

- \approx Il y a 13,5 milliards d'années
 - La matière, le temps, l'espace se sont fondus dans le soi-disant *Big Bang*. Cette histoire s'appelle la physique.
- \approx Il y a 3,8 milliards d'années
 - Certaines molécules se sont combinées pour former des structures appelées de nos jours des organismes. Cette histoire s'appelle la biologie (il y a 2,5 millions d'années, les humains modernes apparaissent pour la première fois dans le cadre de la biologie)
- \approx Il y a 70000 ans
 - *Homo Sapiens* a commencé à former des structures élaborées appelées cultures. Cette histoire s'appelle ... l'histoire.

Once upon a time...

- Il y a 70000 ans
 - La révolution cognitive
- Il y a 10000 ans
 - La révolution agricole
- Il y a 500 ans
 - La révolution scientifique
- Il y a 150 ans
 - La révolution **énergétique**

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Once upon a time
- ***La révolution cognitive (≈ - 70 000 ans)***
- La révolution agricole (≈ - 8 000-10 000 ans)
- La révolution scientifique (≈ - 500-600 ans, ≈ 1500 A.D.)
- La révolution énergétique/industrielle (≈ - 150-250 ans, ≈ 1784)
- Conclusion

The cognitive revolution

- What?
 - The cognitive revolution is somehow how we got to **imagine** things beyond nature, beyond actual perception, leading to intelligence and in the 1950's to an intellectual movement that bears this name.
 - Sapiens started to **believe** in *concepts* bigger than life.
 - It provided him with convictions, courage, perseverance, values, codes, laws, rules and eventually, religions.



The cognitive revolution

- After the *Australopithecus*, our common ancestor, we were living with several humans or homo types.

Rudolfensis



Erectus



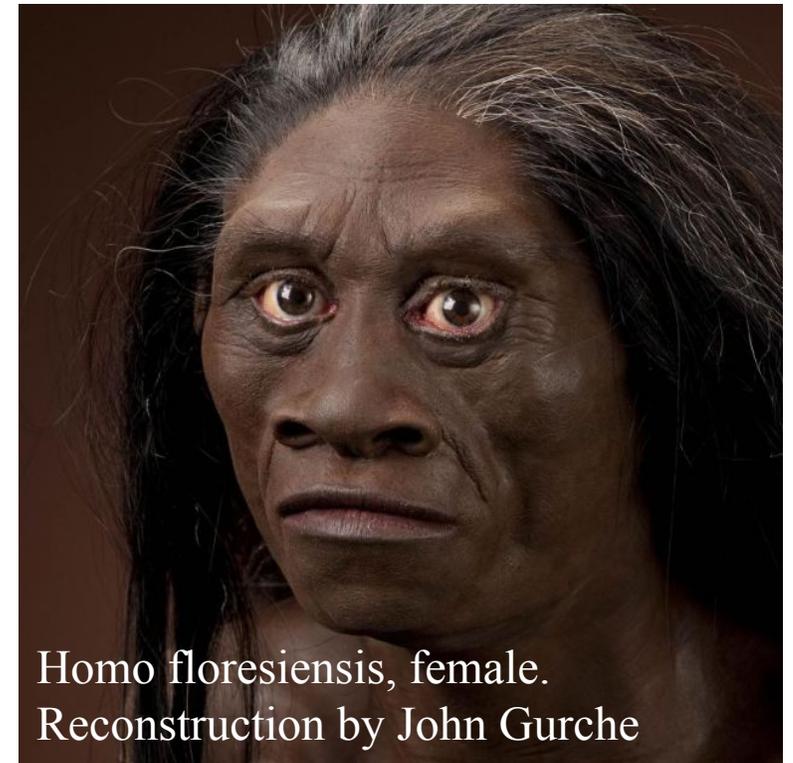
Neanderthalis



The cognitive revolution

- We eradicated all of our brothers/cousins in about 60 000 years.
 - Homo Rudolfensis
 - Homo Erectus
(world's record of 2 000 000 years on earth)
 - Homo Ergaster
 - Homo Denistova
 - Homo Soloensis
 - Homo Neanderthalis
 - And finally, Homo Floresiensis

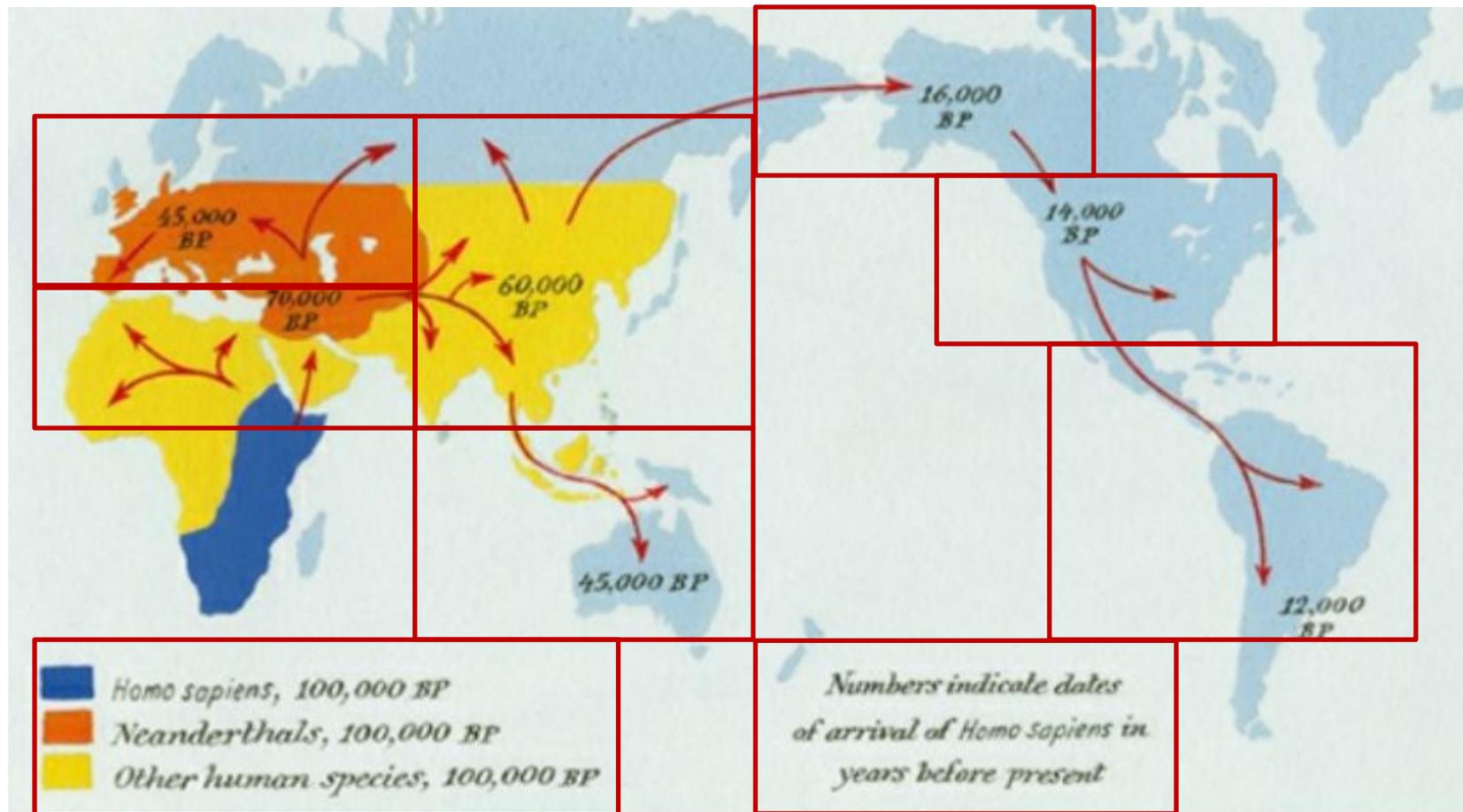
Smithsonian Institute



Homo floresiensis, female.
Reconstruction by John Gurche

The cognitive revolution

- The path of domination / eradication



The cognitive revolution

- Extinction massive massive en Australie et dans les Amériques
- Extinctions à petite échelle ailleurs
- Extinctions de toutes les autres espèces d'humains

“The first wave colonisation was one of the biggest and swiftest ecological disasters to befall the animal kingdom” – Yuval Noah Harari

- Et nous n'avons pas encore l'énorme puissance de l'énergie au bout de nos doigts!

The cognitive revolution



ENR2020

- Au moment de la révolution cognitive, 200 grandes espèces animales pesant 50 kg et plus partageaient la planète avec nous;
- Au moment de la révolution agricole, il n'en restait qu'une centaine environ.

“Homo sapiens drove to extinction about half the planet’s big beasts long before humans invented the wheel, writing, and iron tools.” - Y.N. Harari

Question

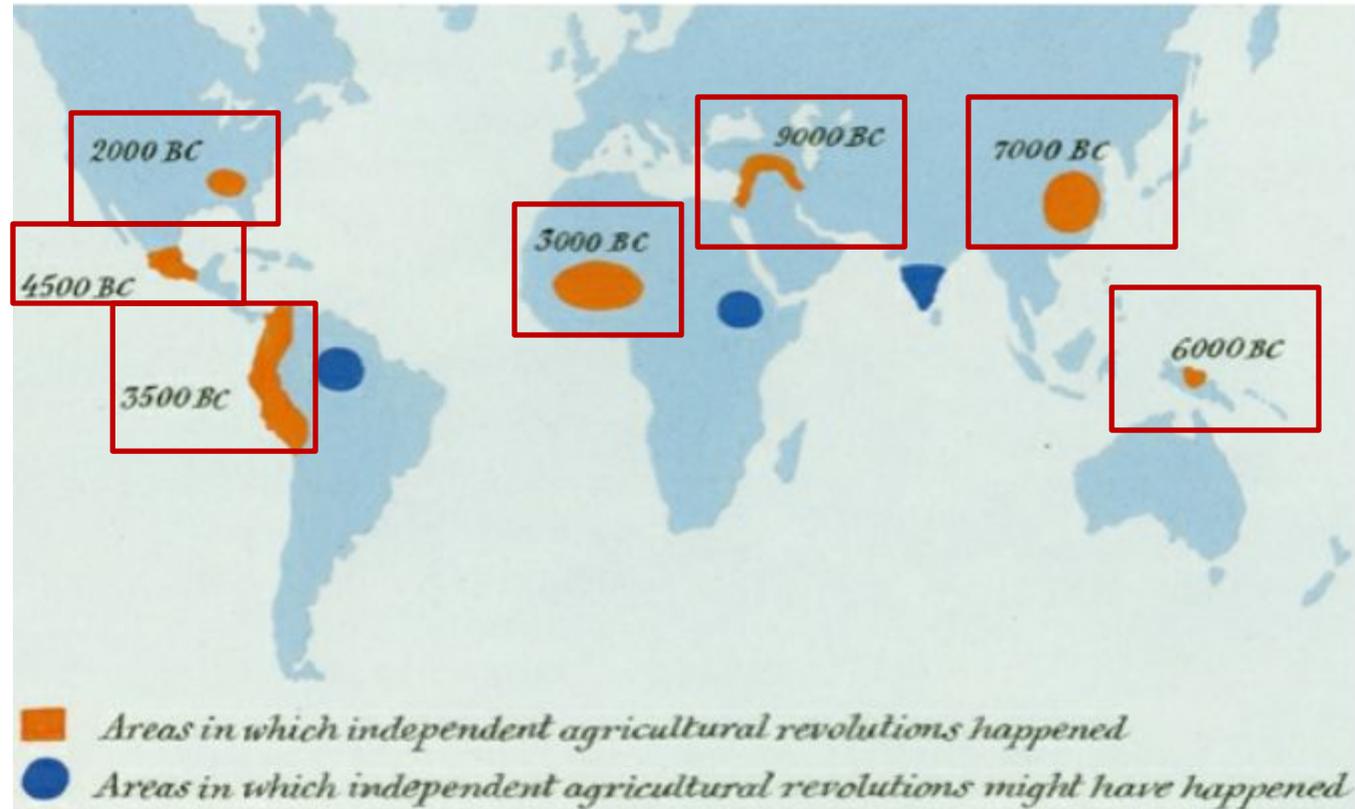
- Quand a eu lieu la révolution cognitive chez *Sapiens*?
 - A) Il y a 6000 ans
 - B) Il y a 15000 ans
 - C) Il y a 25 000 ans
 - D) Il y a 50 000 ans
 - E) Aucune de ces réponses

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Once upon a time
- La révolution cognitive (\approx - 70 000 ans)
- ***La révolution agricole (\approx - 8 000-10 000 ans)***
- La révolution scientifique (\approx - 500-600 ans, \approx 1500 A.D.)
- La révolution énergétique/industrielle (\approx - 150-250 ans, \approx 1784)
- Conclusion

The agricultural revolution

- Il y a 10 000 à 3 500 ans



The agricultural revolution

- Cette révolution s'est-elle faite d'un seul coup?
- En combien de siècles voire de millénaires *Sapiens* est-il devenu sédentaire?

The agricultural revolution

- Nouvelle Guinée (1960)



The agricultural revolution

- Sapiens population before 70 000 years ago
 - 10 000 – 30 000 individuals
- Sapiens population after 10 000 years ago
 - 1 000 000 – 10 000 000 individuals
- Sapiens population at the time of J.C.
 - 300 000 000 individuals

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Once upon a time
- La révolution cognitive (\approx - 70 000 ans)
- La révolution agricole (\approx - 8 000-10 000 ans)
- ***La révolution scientifique (\approx - 500-600 ans, \approx 1500 A.D.)***
- La révolution énergétique/industrielle (\approx - 150-250 ans, \approx 1784)
- Conclusion

The scientific revolution

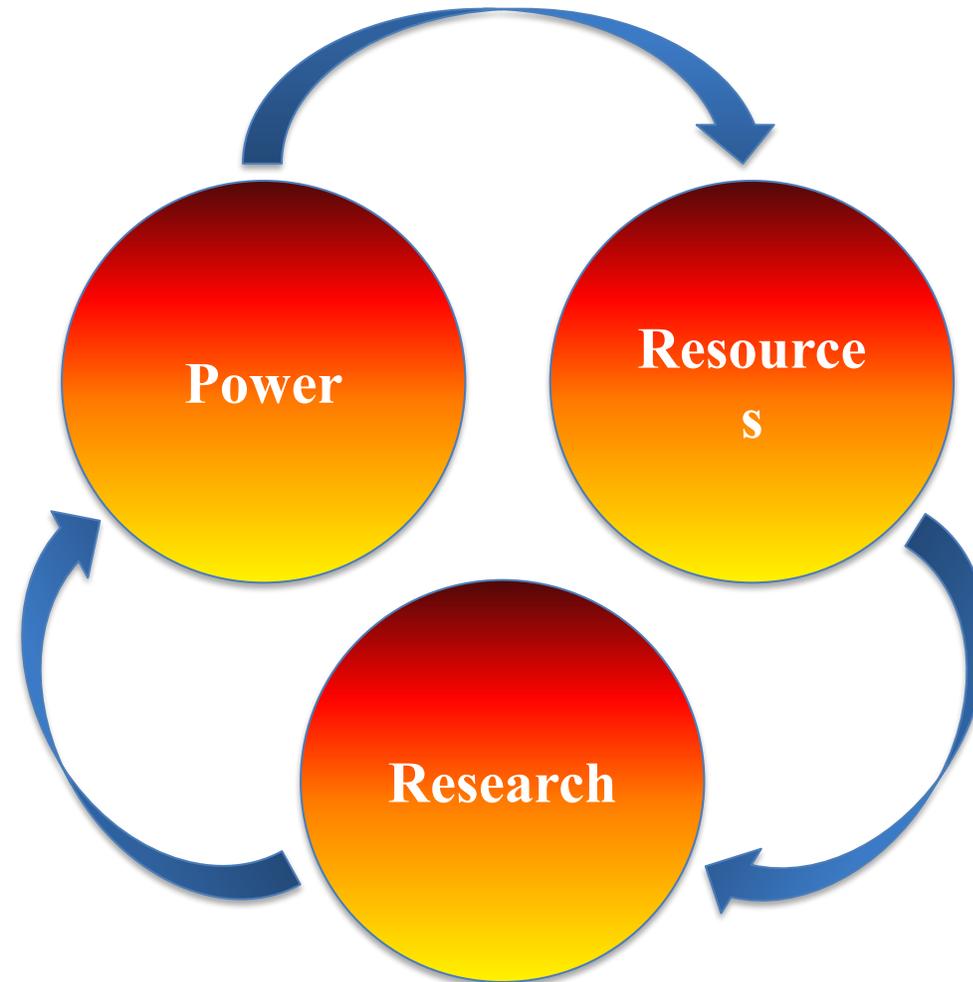
- Until about 1500, homo Sapiens had tried to preserve its existing capabilities rather than acquire new ones.
- Soldiers, priests, philosophers and poets were mostly ***maintaining*** the power of the ruling king, emperor or else.
- From 1500 and beyond, the human mind increasingly came to believe it could ***increase the capabilities of societies*** through scientific research.

The scientific revolution

Admit ignorance

Observations & Maths

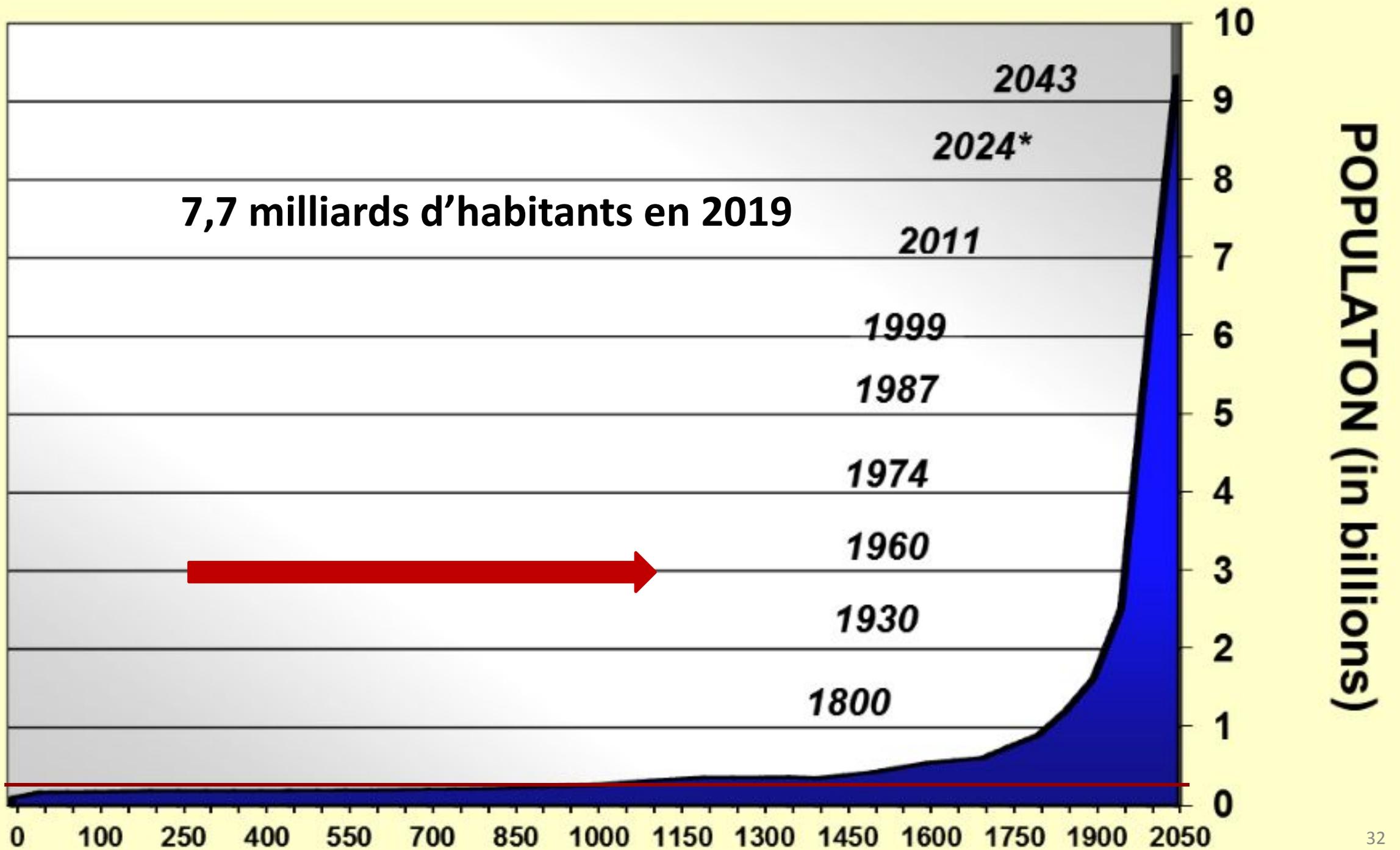
Create new powers



And that set the stage to what started about 150-250 years ago : the energy revolution.

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Once upon a time
- La révolution cognitive (\approx - 70 000 ans)
- La révolution agricole (\approx - 8 000-10 000 ans)
- La révolution scientifique (\approx - 500-600 ans, \approx 1500 A.D.)
- ***La révolution énergétique/industrielle (\approx - 150-250 ans, \approx 1784)***
- Conclusion

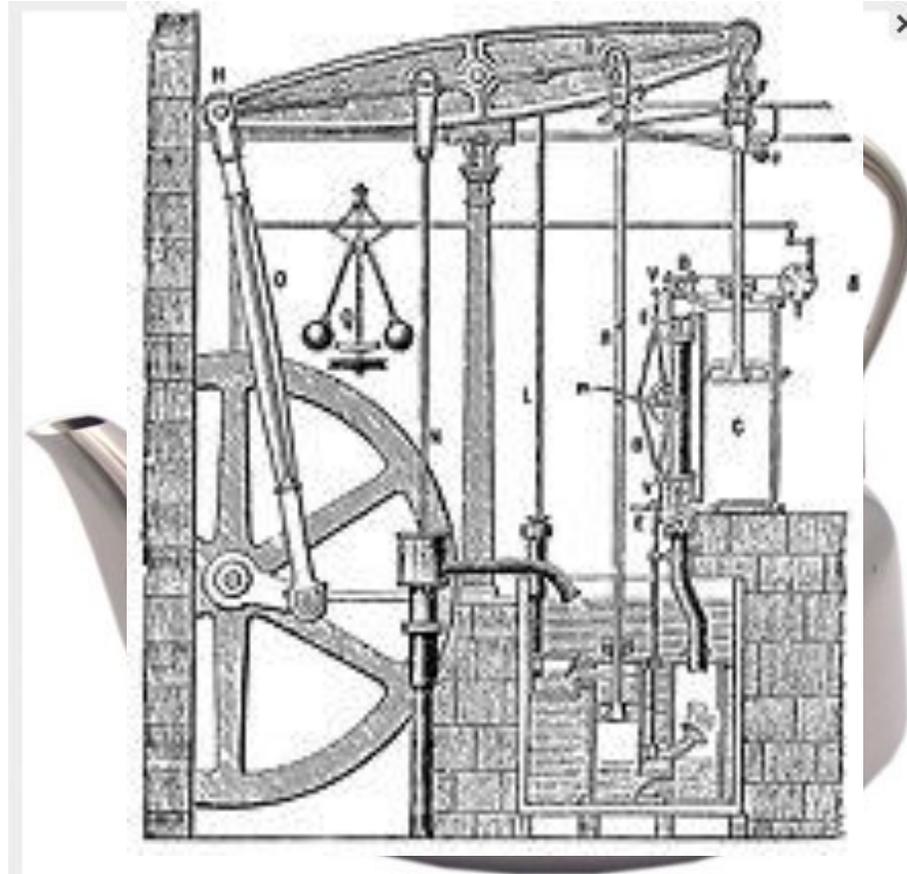


La révolution énergétique

- En 1960, nous étions (environ):
 - 10 fois plus nombreux qu’au temps du Jésus de Nazareth;
 - 100 000 fois plus nombreux qu’au temps de la sédentarisation.
- Une immense population collectivement absolument inconsciente des effets de son action sur le monde qui l’entoure;
- Un espèce endémique qui menace toutes les autres.

La révolution énergétique

- Cup of tea?



Boulton & Watt

The energy revolution

- Quelle était la puissance du véhicule dont disposait Louis XIV, le monarque le plus puissant du 17^e siècle?
 - 1 HP
 - 6 HP
 - 100 HP
 - 250 HP
 - Une Bugatti Veyron de 1000 HP
 - Aucune de ces réponses



La révolution énergétique

- Quelle était la puissance dont disposait Louis XIV, le monarque le plus puissant du 17^e siècle?



En 1695, Louis XIV disposait d'une voiture de 6 chevaux.

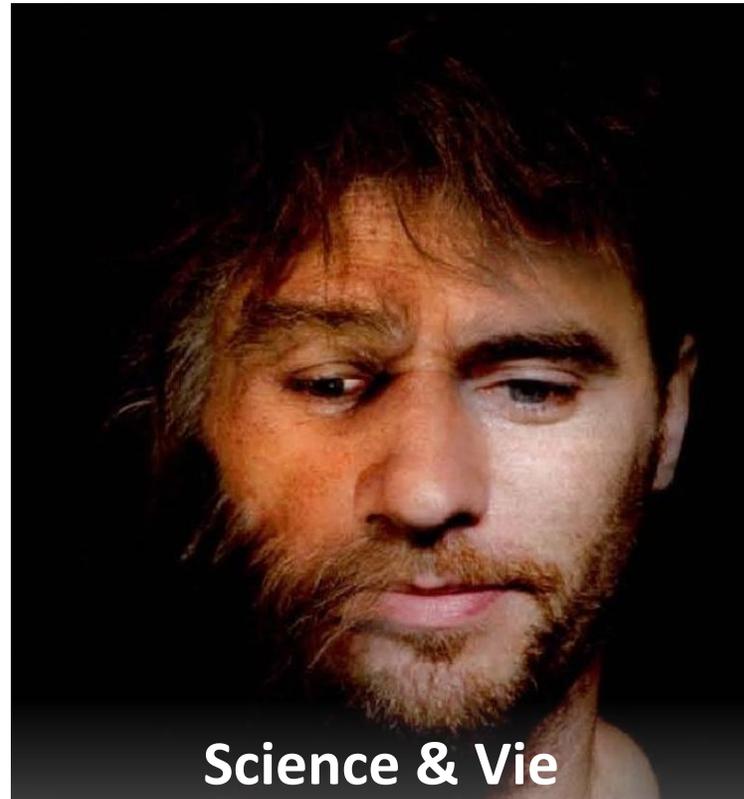
La révolution énergétique



Aujourd'hui, 1 milliard de citoyens de l'un pays de l'OCDE peuvent disposer d'une voiture de 60-300 chevaux.

La révolution énergétique

1 000 W



0,150 MW: Auto mobile

10 MW: TGV Duplex

1000 MW: Réacteur nucléaire

Aujourd'hui, sapiens dispose jusqu'à 1 million de fois la puissance de son ancêtre pour modifier son environnement.

Et nous sommes plus de 100 000 fois plus nombreux qu'au temps de cet ancêtre à vouloir en disposer.

La révolution énergétique

- From about year 1500 to present:
 - The total amount of energy consumed increased from about

50 000 000 MJ/day to 1 000 000 000 MJ/day
- From 1973 to the present:
 - The amount of energy consumed more than doubled from about

6 000 Mtoe/y to 13 000 Mtoe/y

La révolution énergétique

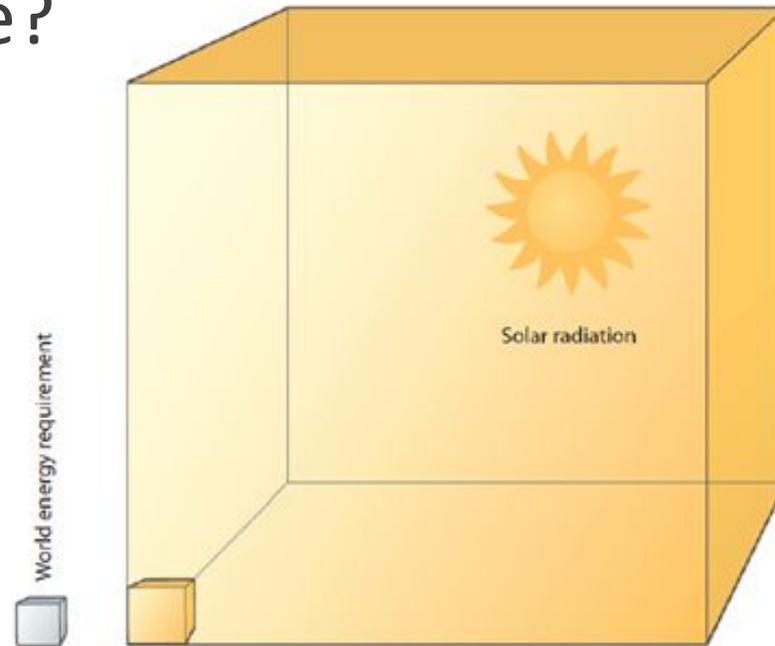
- En quelle année, à quelque dizaines d'années près, allons-nous manquer d'énergie?
 - a) 2050
 - b) 2100
 - c) 2150
 - d) 2200
 - e) Aucune de ces réponses



ENR2020

La révolution énergétique

- En quelle année, à quelque dizaines d'années près, allons-nous manquer d'énergie?



Total solar radiation on earth : 5 400 000 EJ/y
Total non-reflected solar radiation : 3 700 000 EJ/y
Total energy consumption : 544 EJ/y

La révolution énergétique

- Quelques effets de l'accélération de l'extinction des espèces.

La plupart des animaux présentés dans un article du National Geographic d'octobre 2019 font partie des plus de **28 000** espèces d'animaux et de plantes qui, selon l'Union internationale pour la conservation de la nature, sont menacées d'extinction.

Ce nombre sous-estime en fait le risque. Depuis 1964, lorsque l'UICN a établi une «liste rouge» des espèces menacées et a commencé à compiler les données recueillies dans le monde entier, la liste est devenue la base de données mondiale par excellence sur les espèces menacées d'extinction et un outil essentiel pour la politique de conservation.

La révolution énergétique



La grande tortue à pattes jaunes, *Chelonoidis denticulata* (vulnérable), d'Amérique du Sud et des Caraïbes, est chassée pour sa viande, considérée comme un mets délicat. Elle est également capturés et échangés comme animal de compagnie. Elle est sur terre depuis beaucoup plus longtemps que nous

La révolution énergétique

- Quelques effets de l'accélération de l'extinction des espèces.
Pourtant, l'UICN n'a pu évaluer qu'environ **106 000** espèces parmi plus de 1,5 million d'espèces animales et plus de 300 000 plantes (5,89%) que les scientifiques ont décrites et nommées - ce qui, selon eux, représente moins d'un quart de ce qui existe réellement.

On se préoccupe donc d'environ 1,4% des espèces animales et végétales possiblement présentes sur terre.

Et si on extrapole (c'est de la démagogie!) les $(28/106 =) 26,4\%$ des espèces menacées d'extinction selon l'UICN, aux possibles 1,8 millions d'espèces présentes, on peut supputer que près de un demi million d'espèces sont en péril.

500 000 espèces en péril sur terre, 1 espèce sur 4

La révolution énergétique



Humphead wrasse, *Cheilinus undulatus* (endangered)

La menace sur les espèces océanique est plus fondamentale que sur les espèces terrestres.

La révolution énergétique

- Quelques effets de l'accélération de l'extinction des espèces.

Un récent rapport intergouvernemental sur la crise de la biodiversité a estimé que l'extinction menaçait jusqu'à un million d'espèces animales et végétales, connues et inconnues.

L'UICN espérait porter le nombre d'évaluations d'espèces à 160 000 d'ici 2020.

Prochaine étape de son programme: une «liste verte» des réussites en matière de conservation.

Ce sera beaucoup plus court que le rouge.

La révolution énergétique



ENR2020

- Quelle est la plus grande menace humaine sur les autres espèces?
 - A. La taille des villes
 - B. La chasse
 - C. La pêche
 - D. La perte d'habitat
 - E. L'aviation



La révolution énergétique



ENR2020

- Quelle est la plus grande menace humaine sur les autres espèces?

- A. La taille des villes
- B. La chasse
- C. La pêche
- D. La perte d'habitat
- E. L'aviation



La perte d'habitat - principalement due à l'expansion humaine au fur et à mesure que nous développons des terres pour le logement, l'agriculture et le commerce - est la plus grande menace qui pèse sur la plupart des espèces animales, suivie de la chasse et de la pêche.

La révolution énergétique

- Quelles autres menaces humaines?
 - Même lorsque l'habitat n'est pas entièrement perdu, il peut être tellement changé que les animaux ne peuvent pas s'adapter.
 - Les clôtures fragmentent une prairie ou l'exploitation forestière traverse une forêt, brisant les couloirs de migration;
 - la pollution rend une rivière toxique;
 - les pesticides tuent largement et sans discrimination.



La révolution énergétique

- Quelles autres menaces humaines?
 - À ces menaces locales, il faut de plus en plus ajouter des menaces mondiales:
 - le commerce, qui propage les maladies et les espèces envahissantes d'un endroit à l'autre,
 - et le changement climatique, qui finira par affecter toutes les espèces sur Terre - à commencer par les animaux qui vivent sur des sommets frais ou dépendent des régions polaires la glace (comme Vulpes lagopus, le renard arctique).

La révolution énergétique

- Quelles autres menaces humaines?
 - Toutes ces menaces mènent, directement ou indirectement, aux humains et à notre empreinte croissante.
 - La plupart des espèces font face à de multiples menaces.
 - Certaines peuvent s'adapter à nous; d'autres disparaissent à grande vitesse ou disparaîtront plus imperceptiblement.

La révolution énergétique



ENR2020

- Pourquoi se préoccupent t'on bien davantage des changements climatiques en termes de catastrophes naturelles et de CO₂ que d'extinction des espèces?
 - A. En raison de l'échelle de temps à laquelle se produisent les extinctions;
 - B. En raison de ce que nous ne pouvons ressentir que ce que nous pouvons percevoir;
 - C. En raison de la prépondérance des CC sur l'extinction;
 - D. En raison de la couverture médiatique plus importante des CC.



La révolution énergétique

- Pourquoi se préoccupent t'on bien davantage des changements climatiques en termes de catastrophes naturelles et de CO₂ que d'extinction des espèces?
 - A. En raison de l'échelle de temps à laquelle se produisent les extinctions;
 - B. En raison de ce que nous ne pouvons ressentir que ce que nous pouvons percevoir;**
 - C. En raison de la prépondérance des CC sur l'extinction;
 - D. En raison de la couverture médiatique plus importante des CC.**

La révolution énergétique

- Pourquoi se préoccupent t'on bien davantage des changements climatiques en termes de catastrophes naturelles et de CO₂ que d'extinction des espèces?
 - Si nous vivions dans une époque géologique ordinaire, il serait presque impossible de voir une espèce disparaître pendant une vie humaine. Dans le cas des mammifères, le groupe d'animaux le mieux étudié, les archives fossiles indiquent que le taux d'extinction qui prévalait avant que les humains entrent en scène, est si bas qu'au cours d'un millénaire, une seule espèce devrait disparaître.

Une seul mammifère aurait disparu depuis la chute de l'empire Romain.

La révolution énergétique

- Pourquoi se préoccupent t'on bien davantage des changements climatiques en termes de catastrophes naturelles et de CO₂ que d'extinction des espèces?
 - Mais bien sûr, nous ne vivons pas à une époque ordinaire. Partout où nous regardons, les espèces s'évaporent!
 - Au cours de la dernière décennie, alors que vous étiez au secondaire et au collège, deux espèces de mammifères ont disparu:
 - une chauve-souris connue sous le nom de pipistrelle de l'île Christmas
 - et un rat, le melomys Bramble Cay.

Taux d'extinction 500 x plus élevé

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Once upon a time
- La révolution cognitive (\approx - 70 000 ans)
- La révolution agricole (\approx - 8 000-10 000 ans)
- La révolution scientifique (\approx - 500-600 ans, \approx 1500 A.D.)
- La révolution énergétique/industrielle (\approx - 150-250 ans, \approx 1784)
- ***Conclusion***

Conclusion

- La première vague de la 6^e extinction a commencé avec la révolution cognitive;
- La deuxième vague s'est poursuivie avec la révolution agricole;
- La troisième vague est celle que nous vivons et dont le rythme a été multiplié par 10.

Conclusion

- Oui, il y a eu cinq extinctions de masse reconnues:
 - 440 millions d'années, Orvidicien-Silurien, 60-85% en 2000000 ans
 - 365 millions d'années, Dévonien, 60-75% en 7-20 000 000 ans
 - Il y a 250 millions d'années, Permien, 90% en 1000000 ans
 - Il y a 200 millions d'années, Trias-Jurassique, 20%
 - 65 millions d'années, 75% en un seul impact! C'était l'époque des dinosaures, des plésiosaures, des mosasaures, des ammonites.
- Je fais partie de ceux qui affirment que l'espèce *Homo Sapiens* a entamé la 6^{ème} extinction il y a environ 70 000 ans.

Les autres effets du carbone

- La relation océan-atmosphère La Presse, 2020-08-30

QUIZ

Qu'ont découvert des astronomes dans des plantes fossilisées lors d'une extinction de masse il y a 359 millions d'années ?

RÉPONSE



QUIZ

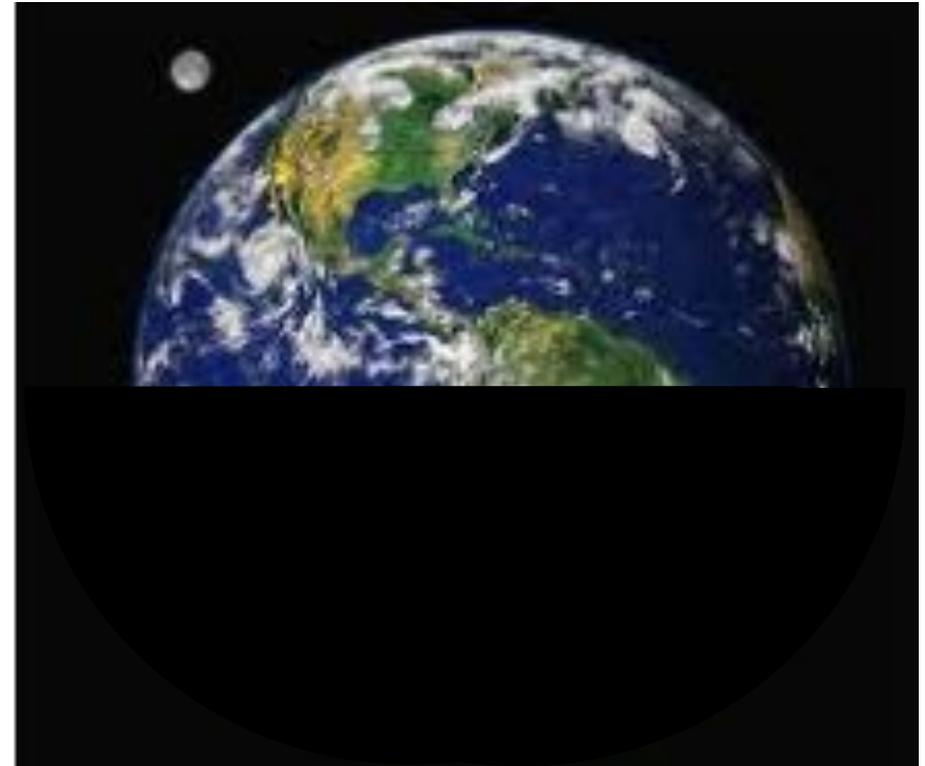
Qu'ont découvert des astronomes dans des plantes fossilisées lors d'une extinction de masse il y a 359 millions d'années ?

RÉPONSE

Des centaines de milliers de générations de spores brûlés par les rayons ultraviolets, ce qui indique une disparition pendant des centaines, voire des milliers d'années de la couche d'ozone de la Terre. Cela signifie que cette grande extinction, qui a marqué la fin du dévonien et exterminé 70 % des espèces de la planète, pourrait avoir été causée par l'explosion d'une étoile, dans un événement appelé supernova, à moins de 100 millions d'années-lumière de la Terre. Les chercheurs de l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, qui publient leurs résultats fin août dans la revue *PNAS*, précisent que la plus proche supernova en préparation se situe trop loin – l'étoile Bételgeuse, à 600 années-lumière – pour perturber la Terre.

Conclusion

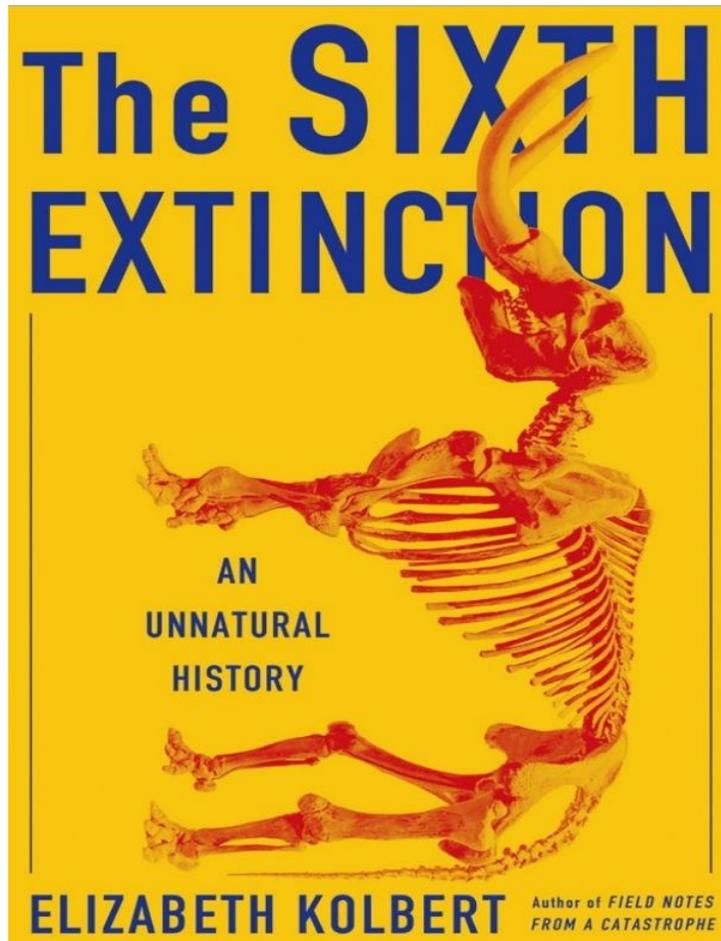
- Changements géologiques imputables à homo sapiens:
 - L'activité humaine a modifié entre le **tiers** et la **moitié** de la surface de la planète;
 - La **plupart des rivières** ont été endiguées ou déviées;
 - Les **plantes fertilisées** produisent davantage d'azote que les écosystèmes peuvent en absorber;
 - Les pêcheries ont retirées près du **tiers** de la production océanique;
 - L'humanité utilise à elle seule plus de **la moitié des ressources** d'eau de la planète.



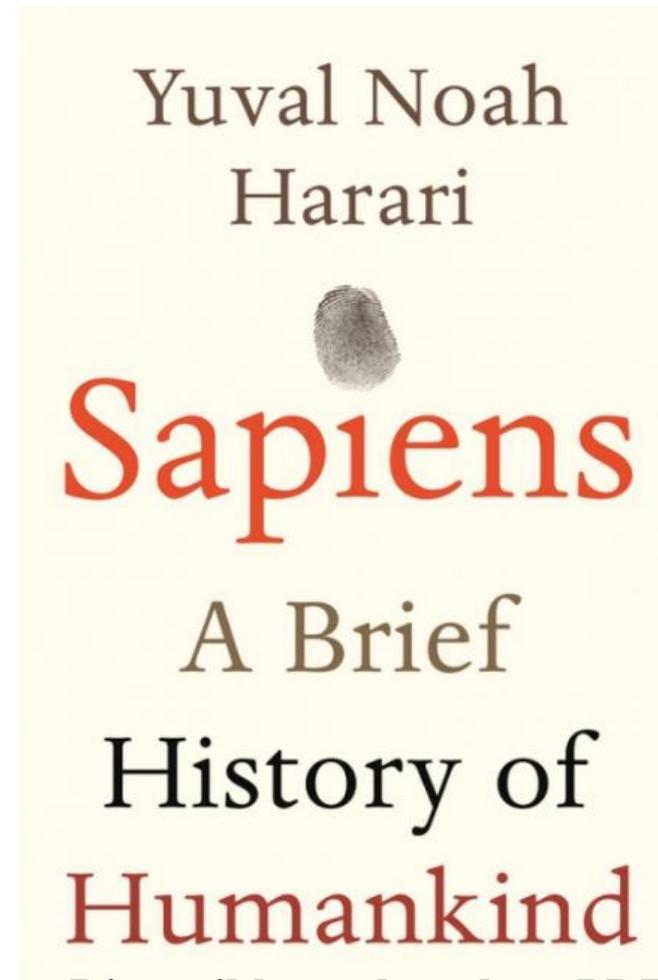
Conclusion

- En combien de temps croyez-vous que nous arriverons à éradiquer plus de 70% des espèces qui vivaient en 1750?
 - 1 000 000 années
 - 100 000 ans
 - 10 000 ans
 - 1 000 ans
 - 100 ans
- J'ai peur que nous ne soyons encore plus efficace que ce qui s'est produit lors de la 3^e extinction. Et vous?

Références



Disponible sur le web en PDF



Disponible sur le web en PDF

- Critique de sapiens

- <https://www.cafe-sciences.org/mon-avis-sur-sapiens-de-yuval-noah-harari/>

- Résumé de Sapiens

- https://medium.com/@very_reasonable_guy/sapiens-a-summary-634599708bd1



Merci de votre attention !

Si vous avez des questions à formuler, veuillez les poser par écrit et spécifier le nom et le numéro de la présentation. Nous vous répondrons le plus rapidement possible.

Période de questions

