

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Lluís M. MIR

DRCE CNRS émérite – D. Sc., Dr h. c. (Lima, Buenos Aires, Ljubljana)
METSU UMR 9018 CNRS, Université Paris-Saclay, Institut Gustave Roussy
Villejuif, France



Union Radio-Scientifique Internationale
Comité National Français de Radioélectricité Scientifique

Journées Scientifiques 2023
URSI-France 22-23 Mars 2023



L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Préambule : WARNING

Cet exposé est le résultat d'un souhait de présenter des réflexions générales et pas du tout d'expériences menées personnellement...

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE

RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES NATURELLES

- a) Pour le meilleur: **INDISPENSABLES** – LA ressource énergétique du vivant
- b) Pour le pire: **A EVITER** – Dangérosité à tous les niveaux!
(juste un exemple: les cancers de la peau...)



Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES D'ORIGINE ANTHROPOGENIQUE

- a) Pour le meilleur: elles sont aussi devenues **INDISPENSABLES** aujourd'hui (télécommunications...)
- b) Pour le pire: **A EVITER** – ??? (en parlant de cancer, non)

Cet exposé aurait pu être une Introduction à la séance: Exposition des personnes et santé

1. 24-Hour Temporal Variation of Indoor RF-EMF Downlink Exposure for Cellular Bands
2. Analyse des données spatio-temporelles de l'exposition aux ondes électromagnétiques en environnement extérieur issues de sondes autonomes, mesures in situ et paramètres d'antennes
3. Etude de la compatibilité électromagnétique des dispositifs médicaux implantables actifs aux champs magnétiques industriels basses fréquences
4. National measurement campaign to study the 5G contribution to public exposure to electromagnetic waves
5. Une méthode de simulation adaptée pour la modélisation France entière de l'exposition aux ondes radioélectriques

Un mot clé: MESURES

Ce qui est normal dans le cadre de la commission K de l'URSI

MESURES: c'est un seul aspect, le Yin et le Yang se mélangent...

A la fois les mesures pour une bonne distribution des ondes à tous les consommateurs et en même temps les mesures pour limiter l'exposition des êtres humains à ces ondes...

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE

RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES NATURELLES



- a) Pour le meilleur: **INDISPENSABLES** – LA ressource énergétique du vivant
- b) Pour le pire: **A EVITER** – Dangérosité à tous les niveaux!
(juste un exemple: les cancers de la peau...)

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES NATURELLES

a) Pour le meilleur: **INDISPENSABLES** – LA ressource énergétique du vivant

Avant d'être **LA** ressource énergétique du vivant,
elles ont été **INDISPENSABLES** à la création du vivant

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES NATURELLES

a) Pour le meilleur: **INDISPENSABLES** – LA ressource énergétique du vivant

Avant d'être **LA** ressource énergétique du vivant,
elles ont été **INDISPENSABLES** à la création du vivant

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Gestion intelligente de l'énergie, au cœur des ondes,
en tant que ressource « au cœur » de l'environnement

Avant d'être « biologique », le vivant est physico-chimique

- ⇒ Ondes et particules, les particules formant des atomes, les atomes formant des molécules, les molécules formant des structures, les structures formant des ensembles subcellulaires, les ensembles subcellulaires, les ensembles subcellulaires formant des cellules, les cellules formant des organismes (unicellulaires au début puis multicellulaires ensuite).
- ⇒ La vie a été (est) une course contre l'augmentation de l'entropie, par une **complexification croissante des structures construites** à partir d'une gestion intelligente de l'énergie contenue au cœur des ondes.

Même avant que les objets biologiques existent, à l'origine de la vie...

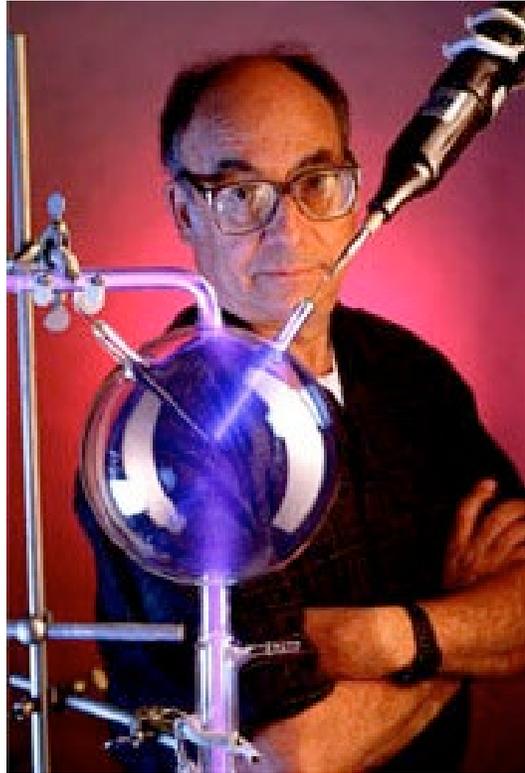
Une seule chose bien admise: l'atmosphère était un milieu réducteur, contenant du gaz carbonique (CO_2), du méthane (CH_4), de l'ammoniac gazeux (NH_3), du cyanure (HCN), ...
L'atmosphère actuelle de la Terre (~79% N_2 , ~21% O_2) est d'origine biogénique....

Aparté: Prix de thèse URSI 2023

- Thèse portant sur l'étude de la dynamique et de la composition des atmosphères des planètes géantes.
- => Suivi de certaines molécules dans l'atmosphère de Jupiter et de Saturne (H_2O , HCN , mais aussi hydrocarbures simples C_2H_2 , C_2H_4 , ...)
- Repris du résumé de sa texte fait par le candidat:
 - Il se pourrait donc que l'on soit en présence de vortex gigantesques qui participeraient au confinement de la matière dans les zones aurorales où des électrons énergétiques précipitent et contribuent à la chimie.

Même avant que les objets biologiques existent, à l'origine de la vie...

Expériences, en 1953, par Stanley Miller, dans le laboratoire du professeur Harold Urey (prix Nobel de chimie en 1934) à l'Université de Chicago



Stanley Miller a mélangé plusieurs gaz, dont du méthane (CH_4), de l'ammoniac gazeux (NH_3), de l'hydrogène (H_2) dans un réservoir rempli d'eau (H_2O) et un réservoir d'ébullition. Les vapeurs passent ensuite dans un autre ballon où elles sont continuellement soumises à des arcs électriques, censés reproduire la foudre.

Après une semaine, des composés organiques complexes sont apparus, y compris des acides aminés (2 %).

Controversé – cependant, y aurait-il eu de la vie sur Terre sans la foudre (sans énergie électromagnétique?) (cf. l'hypothèse alternative, que toutes les briques de la vie auraient été apportées sur Terre par des astéroïdes...)

Après les ondes, la chimie pour fabriquer les briques des molécules biologiques plus complexes...

- Atmosphère réductrice, donc peu d'oxydations => stabilité des molécules complexes pouvant se former.
- Source d'énergie: probablement essentiellement chimique (cf les sources hydrothermales, puits de vie au fond des océans qu'aucune onde (ni son énergie) ne peut atteindre.



Après les ondes, la chimie pour fabriquer les briques des molécules biologiques plus complexes... puis à nouveau les ondes..

En effet, la **principale source d'énergie disponible** est l'irradiation solaire, en particulier dans (et autour) les fréquences du spectre liées à la lumière visible, et pas uniquement pour le maintien de la température de la Terre.

Dans la lutte contre l'entropie croissante, le vivant s'est développé lorsque le hasard ou (et) la nécessité ont développé les systèmes photosynthétiques

=> LA PHOTOSYNTHESE

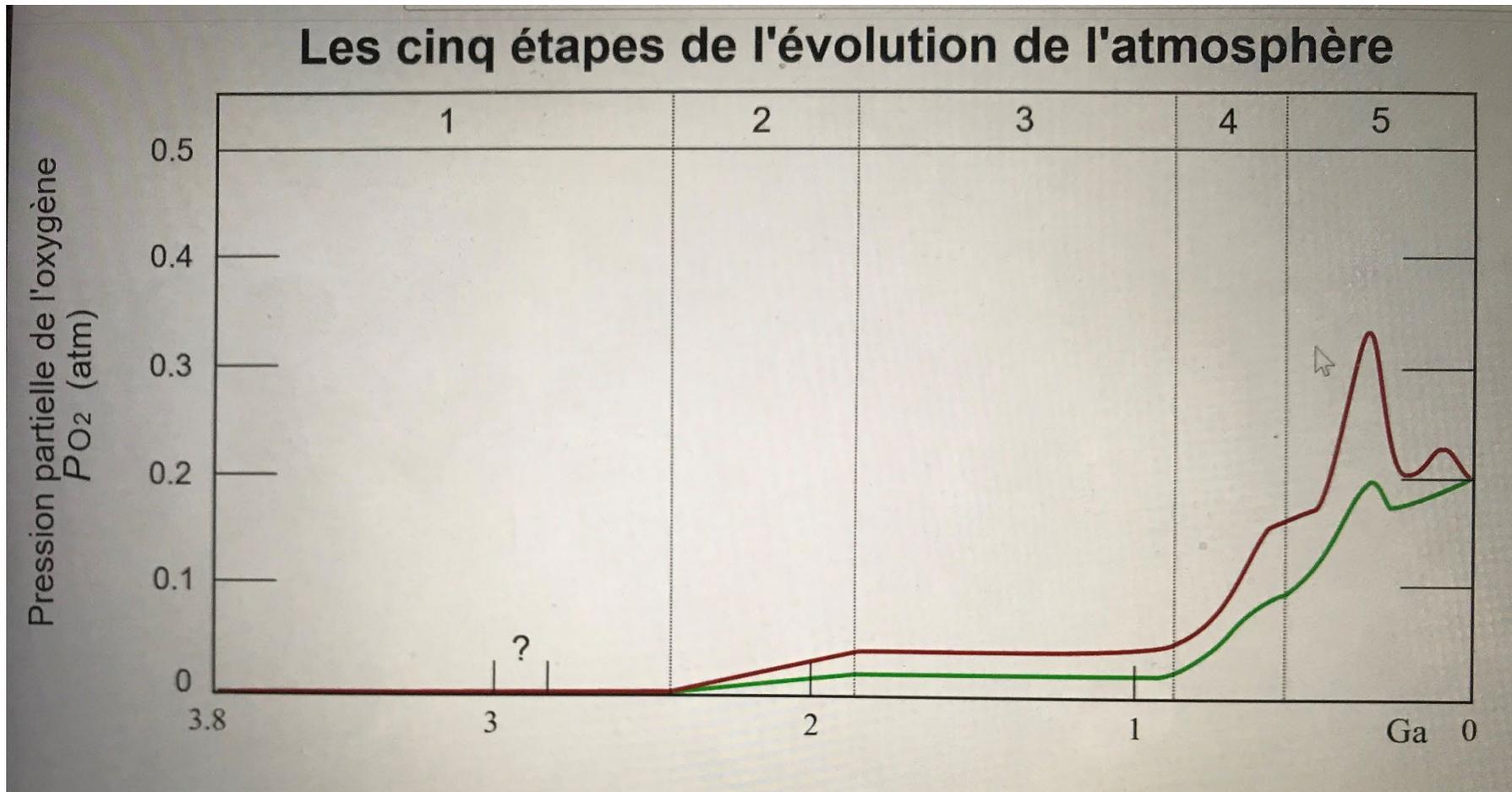
La photosynthèse est le processus bioénergétique qui permet à des organismes de synthétiser de la matière organique en utilisant l'énergie lumineuse, l'eau et le dioxyde de carbone.



La **photosynthèse oxygénique**, apparue chez les cyanobactéries il y a 2,45 milliards d'années, a produit un bouleversement écologique majeur en faisant évoluer l'atmosphère alors riche en méthane en l'actuelle, composée essentiellement de diazote (~79 %) et de dioxygène (~21 %).

Quelques dates

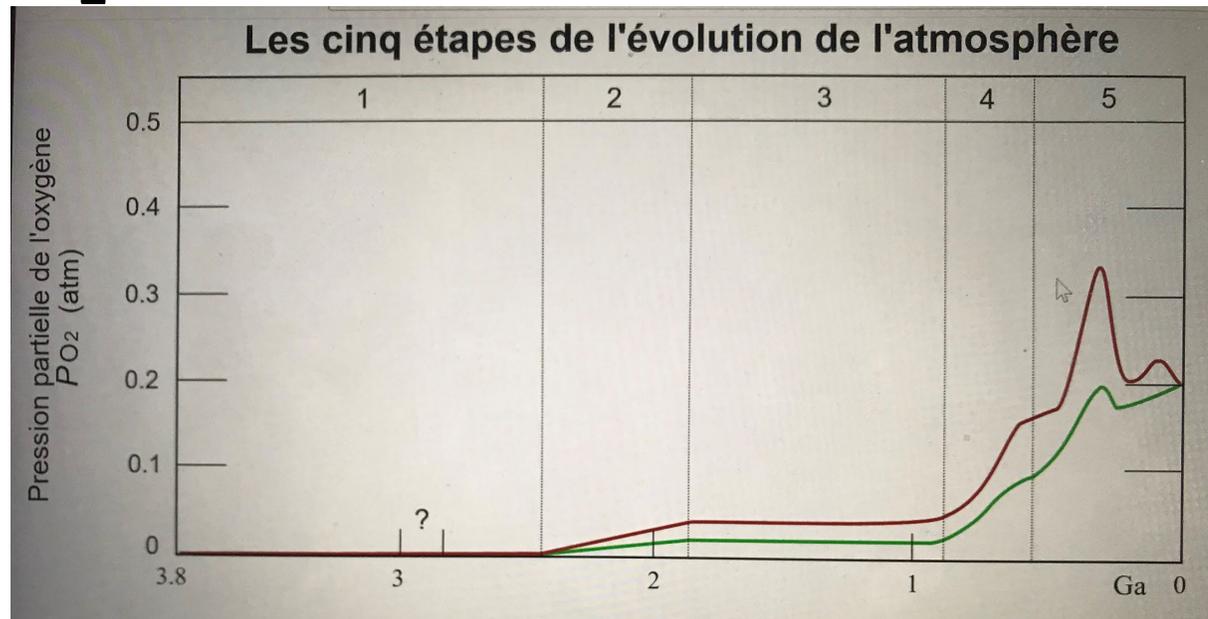
- Formation de la Terre: environ 4,5 Mds d'années
- Premiers organismes (cellules, c'est-à-dire « organismes » unicellulaires): environ 3,8 Mds
- Début de la photosynthèse (par les cyanobactéries): 2,45 Mds d'années
- La grande oxydation (la Terre boule de glace): 2,4 à 2,1 Mds d'années



Évolution de la pression partielle d'oxygène dans l'atmosphère terrestre, en fonction du temps. Ligne rouge : estimation haute ; ligne verte : estimation basse. Cinq étapes : 3,85 à 2,45, 2,45 à 1,85, 1,85 à 0,85, 0,85 à 0,54 et 0,54 à 0 milliards d'années avant le présent.

Quelques dates (suite)

- **La Grande Oxydation** ou Grande Oxygénation¹ (Great Oxygenation Event en anglais, ou GOE), également appelée catastrophe de l'oxygène ou crise de l'oxygène, est un événement majeur qui s'est produit dans l'atmosphère terrestre, les eaux de surface et la biosphère il y a environ 2,4 à 2 milliards d'années (Ga), au Paléoprotérozoïque: il a provoqué une **glaciation globale (Terre boule de glace)**.
- Le **O₂**, libéré dans l'eau de mer par le métabolisme des cyanobactéries, a d'abord réagi avec les composés réducteurs présents en surface (méthane CH₃, sels et minéraux ferreux). Il a commencé à s'accumuler quand ces « puits de l'oxygène » sont venus à saturation. L'oxygène libre était probablement un poison pour les premiers organismes vivants, comme il l'est encore aujourd'hui pour une majeure partie des organismes anaérobies : ils ont d'abord dû développer des mécanismes pour s'en protéger, ensuite sont apparus des organismes aérobies — aujourd'hui majoritaires — pour lesquels le **O₂** est devenu indispensable (respiration).

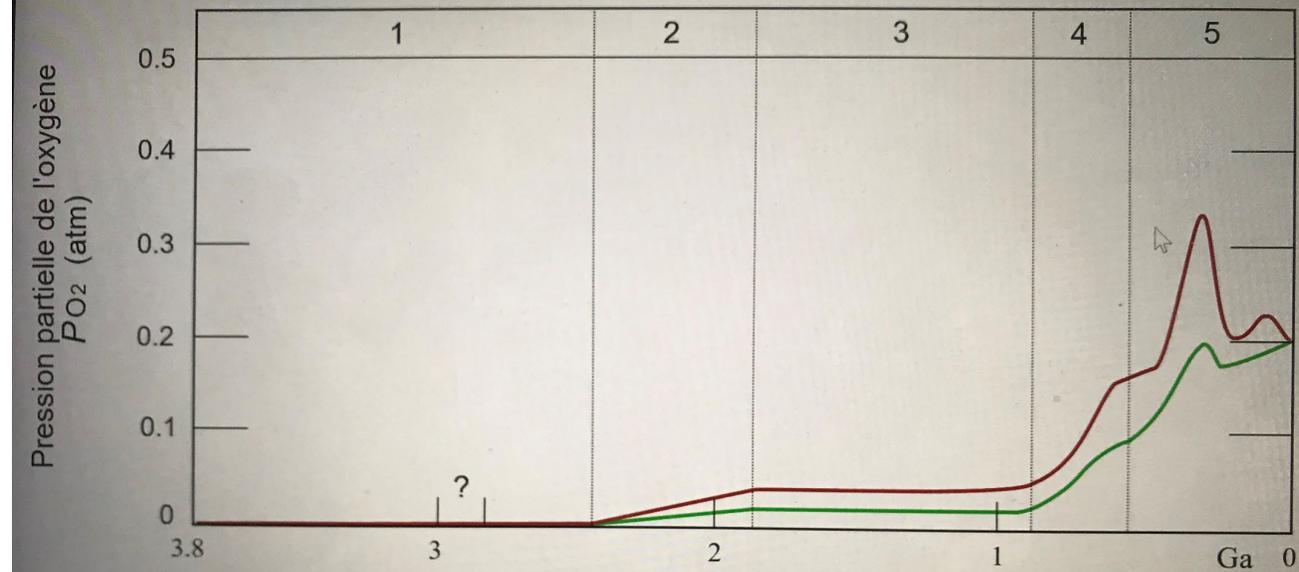


Évolution de la pression partielle d'oxygène dans l'atmosphère terrestre, en fonction du temps. Ligne rouge : estimation haute ; ligne verte : estimation basse. Cinq étapes : 3,85 à 2,45, 2,45 à 1,85, 1,85 à 0,85, 0,85 à 0,54 et 0,54 à 0 milliards d'années avant le présent.

Quelques dates (suite)

Phase	Période (Ga)	Caractéristiques
1	3,85–2,45	Pas de production de dioxygène. La production de dioxygène est absorbée par les océans et les fonds marins.
2	2,45–1,85	Les océans dégagent du dioxygène mais il est absorbé par les terres. Constitution de la couche d'ozone.
3	1,85–0,85	Les puits d'oxygène sont saturés et le dioxygène s'accumule dans l'atmosphère
4 et 5	0,85–0,54 0,54–présent	

Les cinq étapes de l'évolution de l'atmosphère



Quelques dates (suite et fin)

Sur l'échelle des temps géologiques, pendant le Protérozoïque (dernier éon du Précambrien) il y a eu plusieurs épisodes de « Terre boule de glace » (2,4 à 2,0 Mds d'années mais aussi, lors de la phase 4 d'augmentation de la concentration d'Oxygène, au Cryogénien (850-635 Ma)

Néoprotérozoïque

Édiacarien

(635-541 Ma)

Cryogénien

(850-635 Ma)

Tonien

(1 000-850 Ma)

Mésoprotérozoïque

Sténien

(1 200-1 000 Ma)

Ectasien

(1 400-1 200 Ma)

Calymmien

(1 600-1 400 Ma)

Paléoprotérozoïque

Stathérien

(1 800-1 600 Ma)

Orosirien

(2 050-1 800 Ma)

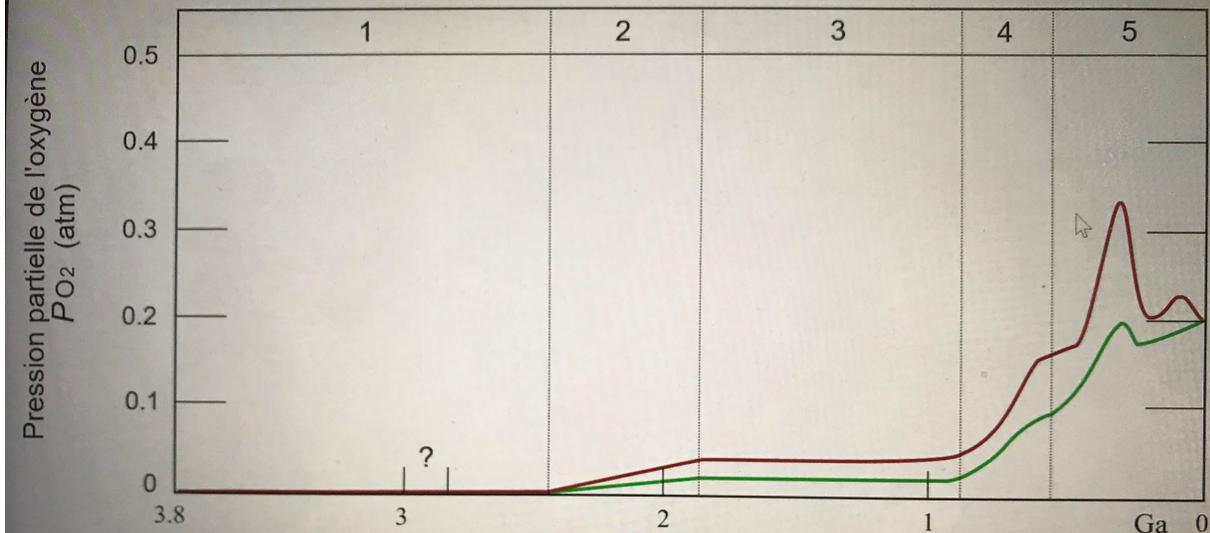
Rhyacien

(2 300-2 050 Ma)

Sidérien

(2 500-2 300 Ma)

Les cinq étapes de l'évolution de l'atmosphère



Les deux épisodes de Terre boule de neige, celui de la glaciation huronienne il y a 2,4 à 2,1 milliards d'années, et celui du Cryogénien, auraient ainsi été respectivement causés par l'évolution de la photosynthèse aérobie (la catastrophe de l'oxygène) et par celle des formes de vie multicellulaires plus avancées colonisant la terre ferme augmentant la production d'oxygène par la photosynthèse .

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE

RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES NATURELLES

- a) Pour le meilleur: **INDISPENSABLES** – LA ressource énergétique du vivant
- L'hypothèse de la Terre boule de neige soutient que le gel sévère de la fin du Protérozoïque a pris fin par une augmentation des niveaux de CO₂ dans l'atmosphère, principalement à cause des volcans, et certains partisans de l'hypothèse *Terre boule de neige* soutiennent qu'elle a été causée en premier lieu par une réduction du CO₂.
 - En tout, les organismes photosynthétiques assimilent chaque année entre 100 et 115 milliards de tonnes de carbone en biomasse
 - Aujourd'hui, la puissance moyenne captée par la photosynthèse à l'échelle du globe avoisine 130 térawatts, ce qui équivaut à environ six fois la consommation énergétique de l'humanité.

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE

RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES NATURELLES



- a) Pour le meilleur: **INDISPENSABLES** – LA ressource énergétique du vivant
- b) Pour le pire: **A EVITER** – Dangérosité à tous les niveaux!
(juste un exemple: les cancers de la peau...)

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE

RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES NATURELLES

- b) Pour le pire: **A EVITER** – Dangérosité à tous les niveaux! (juste un exemple: les cancers de la peau...)

En effet, le spectre électromagnétique comprend aussi
les radiations ionisantes

Le spectre électromagnétique comprend aussi les radiations ionisantes

Pour la biologie: **PROTECTION INDISPENSABLE**

Deux types de protection

1) Au niveau cellulaire: systèmes de réparation des macromolécules, en particulier systèmes de réparation de l'ADN pour préserver le patrimoine génétique

Deux remarques: si la réparation est inefficace, deux types de conséquences (yin et yang...)

- Mutations possibles, **sources d'évolution et de nouvelles solutions** pour l'adaptation des cellules/organismes au milieu
- Mutations possibles, **sources de dérèglement de la physiologie cellulaire et** donc en particulier **sources de cancers** (principalement cancers cutanés comme le mélanome, les basocellulaires, les spinocellulaires...)

A noter que ces systèmes de défense ne sont pas les seuls au niveau cellulaire:

quand la quantité d'oxygène a augmenté, il est devenu un poison (oxydation des macromolécules) qui est combattu par de nombreuses protéines (enzymes telles que la superoxyde dismutase, la catalase, ...) et des produits antioxydants de faible poids moléculaire, tels la vitamine C (acide ascorbique), la vitamine E (tocophérol), ...

Le spectre électromagnétique comprend aussi les radiations ionisantes

Pour la biologie: **PROTECTION INDISPENSABLE**

Deux types de protection

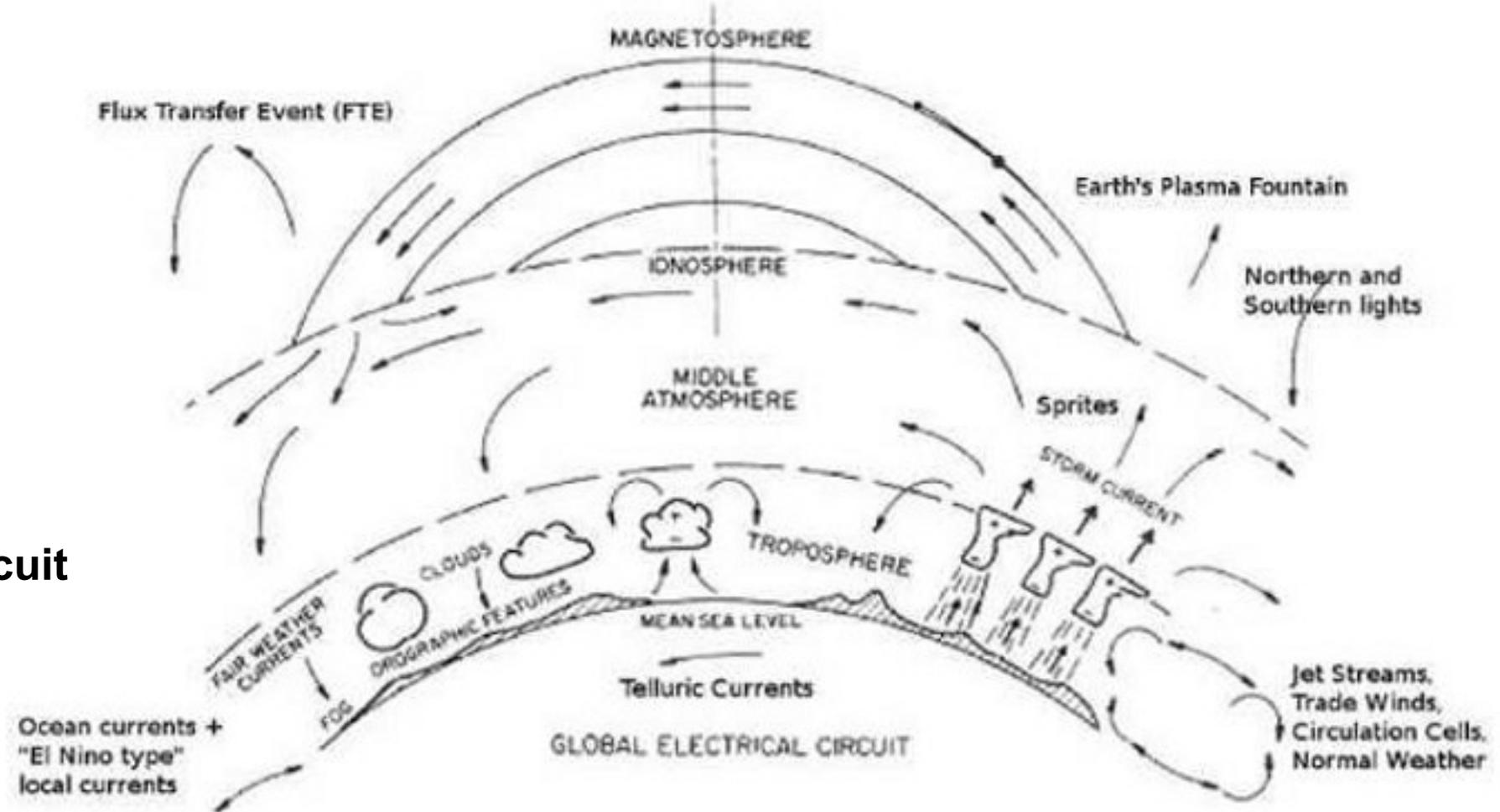
2) Au niveau atmosphérique: le bombardement de la terre par des rayonnements ultraviolets et X, et même de particules à haute énergie, est arrêté avant ou au niveau de l'ionosphère

Remarque: au-delà des ondes, il y a les flux de particules à haute énergie, dont les objets biologiques sont protégés par le piégeage du vent solaire et du rayonnement cosmique par le champ magnétique terrestre dans les ceintures de van Allen (l'externe pour les protons à haute énergie, l'interne pour les électrons)

Pour les ondes: l'atmosphère au-delà de 60 km agit comme filtre absorbant du rayonnement solaire, des rayons ultraviolets et X dont l'énergie est complètement absorbée dans la thermosphère. Ainsi, la surface terrestre est protégée de ces rayons agressifs dont l'énergie se perd dans des réactions déchirant des molécules (dissociation) ou leur arrachant un électron (ionisation). La dissociation des molécules fait apparaître des atomes O (provenant de dioxygène O_2) d'une part, et N (de diazote N_2) d'autre part. La plupart de ces derniers disparaissent par formation de molécules NO. Une partie non négligeable de tous ces composants neutres est ionisée de façon qu'il y a au milieu des neutres une population de différents ions et une autre d'électrons libres au même nombre total.

A noter que l'activité biologique est à la source d'une autre protection atmosphérique: la couche d'ozone... quand la quantité d'oxygène a augmenté, il est devenu un poison (oxydation des macromolécules) qui est combattu par de nombreuses protéines (enzymes telles que la superoxyde dismutase, la catalase, ...) et des produits antioxydants de faible poids moléculaire, tels la vitamine C (acide ascorbique), la vitamine E (tocophérol), ...

L'ionosphère introduit un autre élément important: Le circuit électrique atmosphérique global



GEC: Global electric circuit

Deux conséquences :

Un champ électrique permanent électrostatique + un champ électromagnétique à 7,6 Hz (et harmoniques)

Le champ électrique électrostatique permanent

Qu'est-ce qui a été mesuré?

Amplitude moyenne : environ 100 V/m par beau temps

Amplitudes beaucoup plus grandes sous les nuages orageux
(responsable des feux de St Elme)

Variation circadienne (courbe de Carnegie)

Quelle peut être son influence actuelle sur les organismes vivants?

Je ne sais pas – je ne crois pas que cela soit connu

Pas sur les espèces aquatiques. Pour les humains, nous sommes reliés à la terre...

Pour d'autres espèces?

Quelle a pu être son influence dans l'évolution des organismes vivants ?

Rôle dans le passage des organismes unicellulaires aux organismes multicellulaires?

(Cf: champs morphogénétiques dans les métazoaires de l'ordre de 100 V/m...)

Effets sur la prolifération et sur la différenciation des cellules ?

La résonance de Schumann: Un champ électromagnétique à $\sim 7,8$ Hz (et harmoniques)

Origine :

L'atmosphère est une cavité résonnante entre le sol et l'ionosphère, alimentée en continu par la foudre (>1000 éclairs par seconde dans le monde entier)

La foudre (les éclairs que nous voyons) est le produit de **l'ionisation de l'air** ce qui cause de la **chaleur**, des **UV**, des **ondes acoustiques** et des **champs électromagnétiques** qui se propagent dans la cavité résonnante à une fréquence de base v/L (avec L =périmètre terrestre= 40.000 km et v = vitesse de la lumière = 300.000 km/s) soit environ 7,83 Hz (et les harmoniques 14,3 , 20,8 , 27,3 et 33,8 Hz)

L'amplitude est très faible: 2 pT...

Peut-il y avoir une influence de ces champs magnétiques sur le vivant?

(sachant que des champs magnétiques 50 ou 60 Hz peuvent avoir des effets (très variables suivant les plantes) sur la germination des graines ou la croissance des végétaux...).



Travaux de Colin Price

(sera présent à la General Assembly
(GASS) de l'URSI Août 2023 à Sapporo)



Department of Geophysics



Questionnements:

- Influence sur le vivant des champs électromagnétiques basse fréquence générés dans l'atmosphère par l'activité orageuse, en particulier par les éclairs.
- Rôle dans le développement du vivant, la physiologie des animaux et des plantes

**Travaux expérimentaux contrôlés sur
cellules animales et sur des plantes**

Sélection d'articles récents du Dr. Colin Price sur des effets de champs magnétiques de faible intensité à la fréquence de la résonance de Schumann, sur des cellules animales et sur des plantes

- [1] Price, C., E. Williams, G., Elhalel and D. Sentman, 2020: Natural ELF Fields in the Atmosphere and in Living Organisms, Int. J. Biometeorology, <https://doi.org/10.1007/s00484-020-01864-6>.
- [2] Elhalel, G., C. Price, D. Fixler and A. Shainberg, 2019: Cardioprotection from stress conditions by weak magnetic fields in the Schumann Resonance band, Scientific Reports, doi: 10.1038/s41598-018-36341-z.
- [3] Sukhov, V., E. Sukhova, Y. Sinitsyna, E. Gromova, N. Mshenskaya, A. Ryabkova, N. Ilin, V. Vodeneev, E. Mareev and C. Price, 2021: Influence of magnetic field with Schumann resonance frequencies on photosynthetic light reactions in wheat and pea, Cells, 10, 149, doi:10.3390/cells10010149.
- [4] Grinberg, M., M. Mudrilov, E. Kozlova, V. Sukhov, F. Sarafanov, A. Evtushenko, N. Ilin, V. Vodeneev, C. Price and E. Mareev, 2022: Effect of extremely low-frequency magnetic fields on light-induced electric reactions in wheat, Plant Signalling and Behavior, <https://doi.org/10.1080/15592324.2021.2021664>

La résonance de Schumann: Un champ électromagnétique à ~7,8 Hz (et harmoniques)

Observations sur des cellules animales:

Les cardiomyocytes (les cellules musculaires du cœur) se contractent spontanément en culture en réponse aux oscillations de la concentration de calcium à l'intérieur de la cellule

Colin Price et ses collègues (Israël) ont montré que, lorsque les cardiomyocytes en culture sont exposés à un CEM de 7,8 Hz (20 pT – 100 nT), l'amplitude des oscillations calciques diminue et après 30 minutes, les cellules arrêtent leurs contractions spontanées mécaniques...

Les effets dépendent de la fréquence et pas de l'amplitude

Ces CEM protègent des cardiomyocytes contre des agressions comme l'addition d'oxydants (H₂O₂) ou l'hypoxie...

*: Elhalel G, Price C, Fixler D, Shainberg A (2019)

Cardioprotection from stress conditions by weak magnetic fields in the Schumann resonance band.

Sci Rep 9:1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36341-z>

La résonance de Schumann: Un champ électromagnétique à ~7,8 Hz (et harmoniques)

Observations sur des plantes:

C. Price et collègues ont montré que les ELFMF avec les fréquences de la résonance de Schumann pourraient influencer les processus de la photosynthèse; cependant, cet effet dépend des espèces végétales (blé ou pois) et du type de traitement (à court terme ou chronique).

*: Sukhov, V., E. Sukhova, Y. Sinitsyna, E. Gromova, N. Mshenskaya, A. Ryabkova, N. Ilin, V.Vodeneev, E. Mareev and C. Price, 2021: Influence of magnetic field with Schumann resonance frequencies on photosynthetic light reactions in wheat and pea, Cells, 10, 149, doi:10.3390/cells10010149.

Les résultats communs entre les cellules animales et les cellules végétales suggèrent que les résonances de Schumann semblent protéger les cellules contre divers types de stress. C. Price et collègues ont noté également que la fréquence utilisée dans les expériences semble être plus importante que l'amplitude des champs magnétiques.

=> Ce n'est pas « l'énergie » qui importe, mais les signaux relayés ensuite par la machinerie biologique (autre exemple: les travaux d'un des deux médaillés 2023 d'URSI-France, le Dr. René de Sèze)

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE

RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE



Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES D'ORIGINE ANTHROPOGENIQUE

- a) Pour le meilleur: elles sont aussi devenues **INDISPENSABLES** aujourd'hui (télécommunications...)
- b) Pour le pire: **A EVITER** – ??? (en parlant de cancer, non)

L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

Les ondes et leur énergie pour le vivant

ONDES D'ORIGINE ANTHROPOGENIQUE

- a) Pour le meilleur: elles sont aussi devenues **INDISPENSABLES** aujourd'hui (**TÉLÉCOMMUNICATIONS...**) mais aussi
USAGES DOMESTIQUES (fours à microondes, ...)
USAGES INDUSTRIELS (fours à induction, ...)
USAGES MEDICAUX (imagerie médicale, rayons X, IRM...)
- b) Pour le pire: **A EVITER** – ???

De multiples régulations existent, en particulier lorsque les puissances appliquées peuvent avoir des effets sanitaires bien établis

Gestion « pas intelligente » de notre environnement

Succès des cyanobactéries (Paléozoïque)

- Augmentation de la quantité d'oxygène et diminution des gaz à effet de serre

=> La grande glaciation (la Terre, boule de glace)

Succès de l'homme

(Anthropocène)(introduit dans les termes de référence de la commission K de l'URSI par Franck Prato et moi-même)

- Augmentation de la quantité des gaz à effet de serre

⇒??

⇒Pour finir avec une note positive et pas sortir tous déprimés:

Besoin urgent et impératif d'utiliser les ondes et leur énergie par une gestion (TRES) intelligente de l'énergie solaire et de son stockage, ...

Gestion « pas intelligente » de notre environnement

Succès de l'homme

(Anthropocène)(introduit dans les termes de référence de la commission K de l'URSI par Franck Prato et moi-même)

- Augmentation de la quantité des gaz à effet de serre

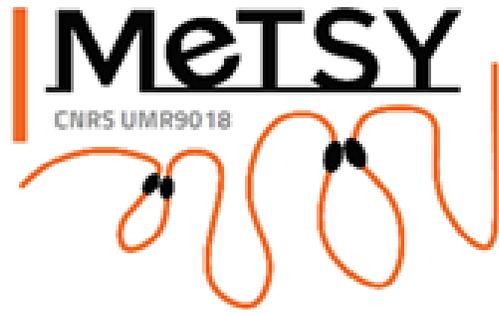
⇒??

⇒**Pour finir avec une note positive et pas sortir tous déprimés:**

Besoin urgent et impératif d'utiliser les ondes et leur énergie par une gestion (TRES) intelligente de l'énergie solaire et de son stockage, ...

En effet, il y a de l'espoir. J'ai lu que:

- L'efficacité photosynthétique (qui désigne l'efficacité énergétique de la conversion de l'énergie solaire en énergie biochimique par la photosynthèse chez les plantes) varie de 1 % (plantes cultivées) à 6 % (microalgues dans des bioréacteurs), soit en moyenne dix fois moins que l'efficacité énergétique des cellules photovoltaïques actuelles...
- Le flux d'énergie capté par la photosynthèse (à l'échelle planétaire) est immense, environ 100 térawatts, ce qui est environ de 10 fois plus élevé que la consommation énergétique mondiale (intégrée sur un an). Ce qui signifie qu'environ un peu moins du millième de l'insolation reçue par la Terre est captée par la photosynthèse et fournit pratiquement toute l'énergie de la biosphère...



L'ÉNERGIE AU COEUR DES ONDES ET LA BIOLOGIE

RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT : GESTION INTELLIGENTE

MERCI BEAUCOUP DE VOTRE ATTENTION



Union Radio-Scientifique Internationale
Comité National Français de Radioélectricité Scientifique

Journées Scientifiques 2023
URSI-France 22-23 Mars 2023

