Compte rendu de la conférence du mardi 4 mai 2021
«Microbes de l'extrême : des durs à cuire»

Organisation : conférence organisée par **La Cité des Sciences et de l'Industrie (Merci à Pascal REMOND pour cette belle initiative).**
Crise sanitaire et confinement obligent, nous avons réalisé ***une conférence numérique.***

Lieu - Horaire : - mardi 4 mai 2021 - De 19h00 à 20h30
Nous pouvions suivre en direct cette conférence sur Internet via Youtube. Le lien était : *A voir et à revoir …*
Cliquez sur le lien : https://www.youtube.com/watch?v=w6UAXUV0FDk

Participation : excellente : 1340 internautes se sont connectés.

Thème et Intervenants :

Thème : DES MILIEUX EXTRÊMES PAS SI STÉRILES pour la première quinzaine de Mai 2021

- **Microbes de l'extrême : des durs à cuire**

Avec **Dr Adrienne KISH, microbiologiste, maître de conférences, Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), membre du Laboratoire molécules de communication adaptation des micro-organismes (MCAM), équipe Biochimie des interactions microbiennes (BIM), Paris.**

Des micro-organismes de formes diverses et souvent surprenantes sont adaptés pour survivre dans des conditions environnementales fatales pour la majorité des êtres vivants. Pourquoi ces minuscules formes de vie peuvent-elles prospérer exclusivement dans ces milieux extrêmes ? Que nous apprend leur pérennité sur l'histoire de la vie sur Terre et sur le potentiel de vie extraterrestre ? Que peuvent nous dire ces extrêmophiles sur l'art de vivre en équilibre avec la nature ?

Compte-rendu non relu par les conférenciers et n'engageant que son rédacteur.

Déroulement de la soirée :

Dr Adrienne KISH : débute la conférence en rappelant que celle-ci fait partie du cycle de conférences sur le thème ***DES MILIEUX EXTRÊMES PAS SI STÉRILES pour la première quinzaine de Mai 2021, conférences organisées par la Cité des Sciences et de l'Industrie.***

Ce soir, Adrienne nous présente **les microbes de l'extrême, les « extrêmophiles ».** En exobiologie, la recherche pour la vie sur d'autres planètes nécessite qu'on connaisse mieux la vie sur la terre. Sur la terre il y a encore des endroits très extrêmes, pour nous les êtres humains, mais extrêmes pour qui ? Dans des endroits où la vie n'a pas été encore détectée. Le concept de l'« extrême » comporte déjà un **biais anthropocentrique** dans la classification des microorganismes. (Note du rédacteur : anthropocentrique = qui fait de l'homme le centre du monde).

Même si l'homme a une préférence pour passer des journées à la plage, certains microorganismes préfèrent des zones à forte concentration de métaux, ou à saturation du sel, ou en présence d'une forte température, d'une forte pression ou avec des valeurs de pH extrêmes, ou en présence de radiations qui tueraient l'homme.

L'histoire de la vie sur terre est dominée par les microorganismes. Si on imagine l'histoire de notre planète comme une horloge :

- **on note 0h00** celle de la **formation de la terre il y a 4,6 Milliards d'années**.
- Puis la fin du **« grand bombardement tardif »** avec des impacts multiples d'éruptions volcaniques
- **A 02h54 (environ) apparaît les origines de la vie** – les **procaryotes** – organismes cellulaires ayant un ADN mais pas de noyau et qui produisent de l'oxygène.
- Grâce aux procaryotes arrive **l'oxygène dans l'atmosphère**
- **A 12h55 apparaissent les eucaryotes**, organismes unicellulaires mais possédant un noyau.
- **A 16h05 apparaît la vie multicellulaire**
- **A 23h00, presque à la fin d'un tour d'horloge, apparaissent les humains.**

Donc, par rapport à cette horloge, on voit que l'histoire de la vie sur terre est surtout celle des organismes procaryotes qui ont habité notre planète pendant des périodes bien plus extrêmes que maintenant.

Explorons les différents milieux extrêmes de ces extrêmophiles :

- **Les extrêmes de salinité : l'hypersalinité,** c'est-à-dire 28 fois la salinité du sérum physiologique contenu dans notre corps ou encore 7 fois la salinité de l'eau de mer. Certains organismes peuvent survivre même à saturation du sel ce sont les **archées halophiles (halophiles = qui aiment le sel)** capables de se mettre à l'intérieur des cristaux de sel, dans les petites gouttes d'eau qui restent dans ces cristaux. Ils donnent à ces cristaux une couleur rosée due aux pigments de ces microorganismes. Ceux-ci peuvent survivre pendant plus de 3000 ans au sein de ces cristaux. On trouve ces halophiles dans les marais salants de Majorque (Espagne) et à Aigues-Morte en France. La couleur rose atteste de la présence de ces microorganismes. Ce sel est aussi utilisé dans les crèmes solaires.
- **Les extrêmes de haute pression** : aux profondeurs des océans, ce sont des **organismes barophiles (= qui aiment les hautes pressions).**
    - La pression atmosphérique étant de 1 bar au niveau de la mer,
    - celle d'une machine à café expresso est de 10 bars, égale à la pression à 1m de profondeur sous la mer,
    - un plongeur en apnée à 214 m sous la mer est soumis à une pression de 20 bar (maximum supportable par un être humain sans combinaison de protection).
    - Un sous-marin à 800m sous la mer subit une pression de 80 bar.
    - Un grand cachalot peut survivre à 2500m sous la mer, sous une pression de 250 bar.

Le problème de la pression est qu'elle peut écraser les cellules, il nous faut donc un scaphandre pour survivre. Mais les microorganismes n'ont pas besoin de ce type de protection. Citons comme organisme **barophile** champion de la haute pression, **le Pyrococcus CH**1 trouvé à 4100m sous la mer à une pression de 410 bar. On a observé une survie lors de tests en laboratoires de 10% de ces organismes jusqu'à 1200 bar de pression et aussi en présence d'une forte chaleur.

- **Les extrêmes de température : (très froides ou très chaudes).** Le corps humain supporte mal la canicule : on doit changer notre comportement, d'où l'importance de boire beaucoup d'eau pendant ces périodes. Une source chaude au Canada est montrée au milieu de la neige et de la glace, on a donc ici les deux extrêmes en même temps. Dans ces milieux, des **cyanobactéries** sont capables de supporter de fortes chaleurs et de grands froids.

- Les **organismes Psychrophiles** vivent à moins de 15°C.
  Le **Planococcus halocryophiles Or1** vivent à -10°C grâce à la présence du sel qui permet de garder l'eau liquide à cette température.
- A l'autre extrémité on a les **organismes Thermophiles** pouvant vivre à plus de 60°C. **Le Pyrolobus fumarii** vit à 113°C. Le **Méthanopyrus kandleri** vit à 122°C. (Grâce à de hautes pressions, l'eau reste alors liquide à ces températures dans les fonds marins).

Pour en savoir plus sur les extrêmes de température, voir la conférence du mardi 11 mai 2021 à 19h00 dont le lien à YouTube est donné en fin de cet exposé sur les hyperthermophiles et leurs virus : aux frontières du vivant.

➢ **Les extrêmes du pH :** les **Acidophiles** de PH acide <3 et les **Alcalinophiles** de pH alcalin >9.
Par comparaison :

pH	Objet
0	Acide d'une pile
1	Estomac
3	Citron
5	Café
7	Eau de pluie
8	Eau de mer
9	Bicarbonate
13	Eau de Javel
14	DesTop

Au Rio Tinto en Espagne, il y a beaucoup de métaux lourds (Cadmium, Mercure, Uranium, Cuivre) et les microorganismes y ont produit de l'acide sulfurique et vivent très bien dans ce milieu. Dans les sources chaudes du Parc de Yellowstone aux USA, le milieu est acide et à forte chaleur. Dans le lac californien de Mono Lake, il y a beaucoup de sel

Les microorganismes champions du pH extrême (grâce à leur division cellulaire) sont :

- **Picrophilus Oshimae** (pH=0,06 très acide)
- **Serpentinomonas SP.81** (pH=12,5 très basique)

Les extrêmophiles, enjeux de santé ?

Avec la Covid on est en ce moment très occupé par les enjeux de santé, ce qui est normal. Heureusement, ces extrêmophiles ne sont pas dangereux pour nous ! Alors pourquoi on s'intéresse à ces organismes ?

➢ **Pour avoir un autre regard sur le monde vivant**, comme Apollo 8 a vu pour la première fois depuis l'espace notre planète entière. Mais nous sommes juste une toute petite planète du système solaire. Alors, y-a-t-il des organismes vivants sur d'autres planètes ?

➢ **On se pose la question s'il y a des applications des extrêmophiles ?** La réponse est oui, mais ce n'est pas toujours l'objectif de départ.

- **1969 :** Prenons pour la révolution génétique, l'exemple de la **polymérase d'ADN « TAQ »** qui est un enzyme permettant de faire de l'ADN, La Taq polymérase est extraite de la bactérie **Thermus aquaticus** en 1969, un microorganisme thermophile vivant trouvé près des sources chaudes du Park National de Yellowstone.
- **1989 :** Après 20 ans de recherche sur cet organisme, en 1989, les chercheurs ont réalisé la polymérase de l'ADN thermostable (« TAQ ») extrait – utilisé en **réaction « PCR »** pour générer des copies des séquences de l'ADN. **La réaction PCR (Polymerase Chain Reaction)** ou encore test d'amplification des acides nucléiques (TAN au Canada francophone) est une méthode de biologie moléculaire d'amplification génique in vitro.
- **1995 :** Grâce à cette technologie, en 1995, on a réussi à **séquencer les premiers génomes** d'une **bactérie mésophile** (**Haemophilus influenza**) et d'une **archée extrêmophile (Méthanococcus jannaschii).**
- **2001 :** En 2001 on a ainsi créé la **première version du génome humain**.
- **2020 – 2021** : on comprend mieux aujourd'hui **les tests PCR pour la COVID-19**

Il faut se rappeler que la recherche commence toujours par une phase d'exploration dans laquelle on ne sait jamais ce qui sera « utile » : entre l'étude du THERMUS AQUATICUS et les tests PCR pour la Covid-19, il a fallu plus de 15 ans de recherche fondamentale et 5 ans pour une première application.

Autre application possible des extrêmophiles : la bioremédiation :

La **bioremédiation** consiste en la décontamination de milieux pollués au moyen de techniques issues de la dégradation chimique ou d'autres activités d'organismes vivants.
Par exemple pour la recherche des endroits les plus contaminés dans une opération minière telle que **la Mine de Gold King dans le Colorado**. Egalement suite aux accidents nucléaires de **Tchernobyl et de Fukushima**. On a utilisé des **organismes vivants dans des conditions extrêmes pour dépolluer ces zones**.
La Bioremédiation des métaux : est un autre exemple réalisé en liaison entre le MCAM dont fait partie Adrienne et les chercheurs du CEA. Ils ont analysé des échantillons vers des zones de stockage nucléaires pour caractériser les microorganismes capables de survivre en présence d'une forte concentration de radioactivité. Ils ont ainsi isolé **plusieurs souches d'une bactérie appelée Lysinibacillus**. On a comparé le comportement de cette bactérie soit seule, soit en présence des métaux. On a vu que sur la couche de surface des métaux, ces bactéries (protéines) apparaissaient et réalisaient une adsorption/précipitation des métaux. Une couche de surface (couche S) est complètement minéralisée et ces cellules se séparent des autres couches du métal par mue et recommencent leur division cellulaire. **Ces bactéries sont donc capables de muer**, de sortir de leur peau comme un serpent de sa mue. Cela permet des **applications potentielles en bioremédiation des eaux et des sols.** On voit ainsi comment la recherche fondamentale développe des concepts qui peuvent être utilisés plus tard dans une application (recherche appliquée) ayant un enjeu sociétal.

Chercher les extrêmes : sur le terrain et en labo :

On voit une diapositive d'étudiants de l'Université de Saclay en recherche sur le terrain en **Ethiopie près du volcan Dallol, dans le désert du Danakil.**
Pour étudier les extrêmophiles, on commence toujours par une caractérisation des extrêmes sur le terrain, de la biodiversité et des interactions. Par exemple, dans un **lac salé au Canada**. On y voit le sol pigmenté en rouge suite aux microorganismes présents et le chercheur prenant des échantillons avec un coton-tige (comme pour le test de la Covid) afin de préserver l'ADN pour faire du séquençage et d'autres tests plus tard en laboratoire.
Sur un bateau de recherche en Arctique, on voit un chercheur utilisant un microscope à fluorescence. Les échantillons ont été récupérés sur la glace arctique. On y recherche les organismes vivants et morts présents dans ces échantillons.
Dans le désert du Nouveau-Mexique aux USA : on échantillonne pour trouver la composition géologique et géochimique et les êtres vivants (microorganismes) du terrain tout en protégeant l'instrumentation de la lumière du soleil. On voit aussi une expédition de chercheurs au Costa-Rica qui font des prélèvements dans le sol volcanique. Ou encore dans une source chaude au large de la Grèce pour récolter des échantillons.

Comment étudier les extrêmophiles ?

Après avoir récolté les échantillons sur le terrain, on isole et on cultive les microorganismes en laboratoire. C'est la partie un peu moins visuelle de la recherche mais pourtant si importante. **ON SIMULE DONC EN LABORATOIRE DES ENVIRONNEMENTS EXTRËMES** ; Par exemple pour les échantillons recueillis au parc de Yellowstone (USA) la température étant 80°C et le pH de 2 à 3 en présence d'oxygène, on utilise une verrerie à col long avec des **bouchons hydrophobes**, une isolation thermique et un bain marie à l'huile. On empêche ainsi l'évaporation de l'eau, le tout étant agité automatiquement en permanence. Ainsi on caractérise les environnements extrêmes, la biodiversité et les interactions. **On reconstitue les limites de survie « naturelle »** (par exemple dans des milieux de plus en plus salés jusqu'à saturation et de plus en plus chauds). On fait aussi varier l'ambiance du milieu dans des conditions extrêmes dans lesquelles le microorganisme n'est jamais dans son milieu naturel (pour **connaître ses limites de survie**). Ce sont des conditions artificielles la plupart du temps. Ensuite, on peut alors étudier les mécanismes de survie de ces microorganismes. Ce sont des études de biochimie qui permettent d'isoler les différentes molécules pour les étudier en profondeur.

Qu'est-ce que c'est une cellule vivante ?

Une cellule, à la base, est constituée de lipides, de protéines, d'ADN et d'ARN et d'eau.

- **Les lipides :** à forte chaleur, ils ont tendance à se séparer ou, au contraire, à se rapprocher sous faible température. Pour réagir à ces conditions, les lipides changent alors leur conformation pour garder une membrane un peu fluide.

- **L'eau et les protéines :** la survie dans des milieux très salés (les halophiles) font qu'ils ont du sel à saturation partout. Les cellules deviennent alors de plus en plus concentrées et perdent de l'eau. Les archées halophiles ont choisi une adaptation en contenant dans leurs protéines les ions du sel concerné (Na^+, Cl^-, K^+). Ces sels et ions intracellulaires permettent une **radiorésistance des cellules**. Ces cellules repèrent l'ADN qui doit être capable de faire une réplication classique. Mais les Rayons Radios (tels que les Rayons X) sont capables de se déposer directement sur l'ADN et sur l'eau des cellules. Il se forme alors une réaction chimique qui arrive à endommager l'ADN et à le casser, le fragmenter complètement en petits morceaux. Les protéines sont également endommagées (par oxydation). Alors **les ions sels intracellulaires font des réactions chimiques avec ces rayons radio pour éviter l'endommagement de l'ADN et des protéines de la cellule**. Les chercheurs ont également analysé l'effet de **l'augmentation en Manganèse** intracellulaire près de l'ADN du **Deinococcus Radiodurans**. Ils ont trouvé aussi que **ce manganèse augmente la radiorésistance de ces cellules.**
- **L'ADN et l'ARN :** chez les microorganismes (procaryote) non-extrêmophile, ils réalisent une seule copie de leur génome par cellule. Par contre chez les procaryotes extrêmophiles, ils peuvent réaliser de 8 à 25 copies de leur génome par cellule! Ces copies présentent l'avantage de leur permettre de trouver leur partenaire de l'ADN et de trouver les différents morceaux de l'ADN, ceux qui ont des petites cassures et de voir que, 8 heures après, l'ADN se reconstituait complètement, sans cassure. Donc, avec plus d'ADN, on a moins de problèmes.

Leçons à tirer de l'art de vivre des extrêmophiles :

- **Ne pas juger la surface :** Adrienne nous montre deux photos de 10 microns de côté en nous demandant laquelle est un extrêmophile ? c'est la cellule A mais il est impossible de différencier ces deux cellules si on regarde seulement la surface. **Revenons à l'idée de la radiorésistance**. Si on regarde l'échelle de survie soumis à des radiations radio :
  - un **être humain** peut survivre à **4 Gy (Gray).** Le Gray, mesure la dose absorbée : c'est une grandeur physique qui correspond à l'énergie des rayonnements cédée à la matière exposée. Elle se mesure en Gray (Gy), et correspond à la quantité d'énergie transférée par unité de masse de la matière exposée. **1 Gray (Gy) = 1 Joule par kilogramme.**
  - Un organisme **Pyrococcus** peut survivre jusqu'à **2500 Gy** de radiation.
  - Les **archées halophiles comme le Haloacterium** peut survivre jusqu'à **5000 Gy** de radiation.
  - Le **Deinococcus**, champion de la radiorésistance, peut survivre jusqu'à **12000 Gy** de radiation.

On ne peut pas distinguer au microscope une différence entre archées et bactéries :

- **Les archées comme le Pyrococcus** supporte 2500 Gy et comme **le Halobacterium** supporte 5000 Gy
- Les **bactéries comme le Deinococcus** supportent 12000 Gy
- **Les eucaryotes comme l'être humain** supportent seulement 4 Gy.

Ce sont les archées, grâce à leur ADN, qui sont des modèles moléculaires permettant de comprendre et de lutter contre le cancer.

- **Choisir sa stratégie : extrêmophile ou extrêmotolérante ?**
  - Les **organismes non-extrêmes** sont appelés **Mésophiles** (comme l'homme).
  - Les organismes **extrêmophiles** ont besoin des conditions extrêmes. Ex : les **archées halophiles** qui fixent les ions sels et le magnésium. Ajoutés à l'eau du robinet, ces cellules se mettent à gonfler jusqu'à exploser.
  - **D'autres organismes** peuvent survivre avec ou sans conditions extrêmes, on les appelle **« extrêmotolérants ».** Par exemple le **Deinococcus Radiodurans** est cultivé en laboratoire dans des conditions non-extrêmes. Soumis à de très hautes pressions, il survit néanmoins.
- **Si le pire arrive : il faut se confiner :**
  - **Pour les extrêmophiles, des formes de vie « inactive »** ont lieu grâce aux inclusions au sein des cristaux de sel.
  - **Les spores des bactéries (Bacillus) sont une autre forme de vie inactive.** On les a mis dans la station spatiale ISS et ils ont été capables de survivre en impesanteur.
  - **Les tardigrades (petits animaux microscopiques) sont aussi une forme de vie inactive.** Ils peuvent rester entre -272°C et +150°C pendant quelques minutes et à -20°C pour une longue durée et supporter des radiations de 5000 à 6000 Gy t ont une forme « tun » déshydratée. On les a mis aussi dans la station spatiale ISS et ils ont été capables de survivre en

impesanteur. Un crash imprévu de l'attérrisseur lunaire israélien Beresheet a libéré sur la lune les tardigraves qu'il contenait. Ils y resteront en mode inactif et ne contamineront pas notre satellite.

- **Soutenir nos voisins :** Adrienne nous montre une image d'un **biofilm (images d'êtres vivants).** On y voit les cellules individuelles grâce à un microscope à balayage. Ces molécules sont des sucres ou de l'ADN partagés entre les cellules. On peut même analyser des images de biofilms pris sur le terrain, par exemple des halophiles pris dans l'environnement très salé du désert forment la couche la plus externe (avec protection UV : caroténoïdes) et la couche juste en dessous contient des Cyanobactéries (Photosynthèse : couche verte de chlorophylle).
- **Modifier votre régime : les archées halophiles peuvent « manger » de leur propre ADN** soit intracellulaire soit extracellulaire. L'ADN représente environ 10% du Phosphore.
- **Connaître vos limites…** 3 exemples : **Deinococcus, Halobactérium (extrêmophile) et E.coli (non-extrême)**. Les deux premiers peuvent résister dans des conditions très sèches et sous de très hautes pressions et de forts rayonnements radio. Pas le E.coli. Ceci est lié à la chimie de leurs cellules.
- **Ceci nous aide à comprendre la potentielle vie ailleurs dans des conditions extrêmes**
  L'exobiologie (aussi appelée **astrobiologie** par les Anglo-Saxons) est une science interdisciplinaire qui a pour objet l'étude des facteurs et processus, notamment géochimiques et biochimiques, pouvant mener à l'apparition de la vie, d'une manière générale, et à son évolution. Les autres planètes ont des environnements plus extrêmes que sur la terre. Avec le télescope Hubble on regarde les galaxies mais on n'a toujours pas la preuve de vie ailleurs que sur terre. On peut regarder les limites de tolérance des molécules. **Sur Mars le robot « Perseverance » a commencé son investigation et recueilli des échantillons du sol** qui vont être retournés puis analysés sur terre pour voir s'il existe des traces des constituants cellulaires de la vie sur mars. Il y a des métaux du fer (donnant la couleur rouge à cette planète) mais aussi une forte radiation et des températures très basses, des couches de glace très salées sur cette planète en dessous de la surface du sol.

En conclusion, les extrêmophiles nous permettent :

- De **mieux connaître notre place dans la biodiversité**
- **D'aider la recherche fondamentale** pour les découvertes de l'avenir
- De **comprendre l'art de vivre… comme une extrêmophile**
- **D'avoir un potentiel pour la vie ailleurs**, ce qui donne un autre regard sur notre planète.
- Il nous reste plein de découvertes à faire – **Encourageons nos enfants à devenir un(e) chercheur/chercheuse !**

Question d'un(e) participant(e) : Note-ton un changement de l'activité ou de la reproduction des poly-extrêmophiles en fonction de la concentration saline, de la température et de la pression et de la quantité de radiation ?

Dr Adrienne KISH répond : cela dépend des microorganismes mais, en général quand les conditions sont de plus en plus extrêmes, ils ont moins d'activité. Surtout avec les radiations reçues, ils doivent attendre un temps plus ou moins long pour récupérer et réparer tous les dommages induits. En fonction de ces conditions extrêmes, ces organismes arrêtent leur diagnostic cellulaire, ils ne font pas de division cellulaire et surtout pas de réplication de leur ADN. Leur métabolisme est ralenti par ces conditions extrêmes. Exception pour les vrais extrêmophiles qui ont besoin de ces conditions extrêmes pour agir et devenir plus actifs. Ce qui compte pour les poly-extrêmophiles, ce sont les additions des différentes conditions extrêmes, les combinaisons de plusieurs stress pour lesquelles ils ne seront pas capables de survivre. L'exploration de ces différentes combinaisons fait partie de notre recherche en ce moment.

Question d'un(e) participant(e) : retrouve-t-on des extrêmophiles dans le corps humain ?

Dr Adrienne KISH répond : la réponse est non car notre corps est insuffisamment astreint. Il y a des organismes qui ont un métabolisme anaérobie. Les endroits les plus extrêmes de notre corps sont surtout situés dans l'estomac où les organismes sont protégés de l'acidité de l'estomac mais il n'y a pas d'extrêmophiles. Mêmes si ceux-ci sont extérieurs à notre corps, il y aura toujours intérêt à les explorer pour mieux les comprendre.

Question d'un(e) participant(e) : Ces recherches débouchant sur des applications, est-ce que, dans l'avenir, nous aurons des extrêmophiles dans notre corps ?

Dr Adrienne KISH répond : cela va nécessiter une évolution de nos corps qui n'est pas encore possible. On va continuer à étudier les molécules qui aident la radiorésistance et faire des extraits d'acides aminées pour voir si ils peuvent constituer un traitement pour les eucaryotes comme nous. Pour le moment on fait les essais sur des souris.

Question d'un(e) participant(e) : Vous avez parlé de la microscopie à fluorescence, est-ce qu'elle permet de distinguer les parties vivantes et les parties mortes ?

Dr Adrienne KISH répond : oui d'une certaine façon. Il y a des marqueurs dans la cellule qui permettent de dire si elle est vivante ou morte. Mais le problème est qu'il y a des exceptions. Car certains organismes sont capables d'avoir des marqueurs les indiquant comme morts alors qu'ils sont vivants. Il faut alors étudier leur biochimie en profondeur pour comprendre ce qui se passe et trouver d'autres marqueurs.

Question d'un(e) participant(e) : vous avez montré des analyses avec des tubes. Comment la stabilité des échantillons est-elle gérée entre le prélèvement et l'analyse ?

Dr Adrienne KISH répond : on utilise surtout la congélation dans l'azote liquide. Cela permet une congélation rapide de nos échantillons à des températures où toutes les cellules sont préservées et intactes et on les préserve ainsi pendant le transport jusqu'à nos laboratoires. On peut les garder congelés de quelques jours jusqu'à deux semaines. Seuls certains échantillons peuvent être conservés à température ambiante et les lieux de recueil de nos échantillons sont parfois très éloignés de nos laboratoires et nécessitent des transports par bateaux ou par avions.

Question d'un(e) participant(e) : Au sujet des mutations des extrêmophiles, qu'est-ce qui leur arrive au juste ?

Dr Adrienne KISH répond : on voit avec la Covid les mutations de virus sous forme de différents variants. Cela fait partie du déroulement normal de la biologie. C'est une façon d'étudier la recombinaison du génome pour voir s'il y a des combinaisons naturelles. Certains extrêmophiles sont capables d'incorporer de l'ADN provenant de différents organismes pour voir si cet ADN peut être utile pour les cellules et il existe aussi jute des mutations aléatoires qui augmentent la survie des microorganismes en fonction de tel ou tel évènement qui change et devient plus extrême et certains organismes peuvent y survivre. On a vu avec des archées halophiles soumis à des rayonnements gamma : des parties de leur génome (petits morceaux de leur ADN) sont capables de se réorganiser dans leur génome de façon aléatoire. En cas de stress absolu, leur génome peut se réorganiser aléatoirement, dernière chance de survie pour la cellule. Il y a toujours un certain potentiel de mutation qui est bénéfique, cela fait juste partie du monde naturel.

Question d'un(e) participant(e) : Concernant l'ADN, comment le manganèse protège-t-il l'ADN des radiations ? Est-ce par absorption ?

Dr Adrienne KISH répond : en fait ce sont par des réactions chimiques qu'un organisme est capable avec ses interactions qui sont capables d'endommager les molécules d'ADN. Ce sont des antioxydants. Le manganèse est antioxydant sous forme d'ions dans les cellules. La même chose pour les sels intracellulaires : ce sont juste des réactions chimiques. C'est la biologie qui protège la biologie.

Question d'un(e) participant(e) : Les extrêmophiles peuvent-ils être utilisés comme traceurs ?

Dr Adrienne KISH répond : je ne comprends pas bien votre question. Je peux juste dire qu'on peut utiliser les extrêmophiles comme traceurs du changement climatique. Si on a des éléments de plus en plus extrêmes, à cause du réchauffement climatique, on voit le changement de la biodiversité vers les extrêmophiles, on en déduit certaines évolutions de l'environnement qui devient de plus en plus extrême. Une autre façon d'utiliser les enzymes extrêmophiles comme traceurs est de voir les organismes qui survivent dans un monde extrême à très longue durée et qui donnent des informations sur le passé de notre planète.

Question d'un(e) participant(e) : Peut-on être sûrs que les tardigraves ne vont pas muter pour s'adapter à la lune et créer une catastrophe ?

Dr Adrienne KISH répond : il n'y a pas de souci à ce sujet car ces tardigraves sont vraiment déshydratés. On connaît cette absence d'eau comme limite absolue de la vie. Les microorganismes sont complètement à sec et ne sont pas capables de faire toutes les réactions de biochimie qui sont responsables de leur maintien en vie. Les cellules sont toujours là mais elles sont complètement inactives sans cette eau liquide. Dans l'imagination cela peut créer une très belle histoire de super-héros mais la réalité est un peu moins « fun ».

Question d'un(e) participant(e) : Les extrêmophiles sont-ils présents depuis la toute première formation de la vie sur terre ?

Dr Adrienne KISH répond : les extrêmophiles présents sur terre en ce moment ne sont pas ceux qui étaient présents à l'origine de la vie. Ils ont subi des évolutions pendant des milliards d'années. Il y a ungrand débat situant les origines de la vie dans des sources chaudes, d'autres pensent à des milieux très salés, d'autres pensent que ces origines de la vie se situaient dans les petits oasis non-extrêmes et un peu protégés, un peu comme sur mars, dans des couches plus profondes, non soumises aux radiations car à l'époque ces protections n'existaient pas. On cherche toujours à comprendre ces origines de la vie sur notre planète. C'est plus difficile maintenant car on ne peut plus revenir en arrière.

Question d'un(e) participant(e) : Y-a-t-il un lien entre l'apparition d'organismes complexes avec la formation de biofilms bactériens ?

Dr Adrienne KISH répond : c'est possible. Les biofilms permettent un échange entre les microorganismes. Les biofilms bactériens sont des amas structurés de cellules bactériennes enrobés d'une matrice polymérique et attachés à une surface. Il est probable que ces biofilms ont un lien direct avec les origines de la vie.

Question d'un(e) participant(e) : Au début de votre intervention, vous avez dit que les halophiles aiment bien le sel ? Mais l'aiment-ils bien ou le supportent-ils seulement ?

Dr Adrienne KISH répond : certains organismes sont tolérants à une certaine gamme de salinité et pas plus et il y a de vrais extrêmophiles qui sont halophiles et seraient incapables de survivre sans cette forte concentration de sel. On a donc les deux cas : aimer bien ou seulement supporter.

Rédacteur : Jean-Pierre BULLIARD
Vice-Président d'IESF Franche-Comté
Vice - Président des Ingénieurs INSA de Franche-Comté

Bars des Sciences numériques :

- **Les extrêmophiles : aux frontières du vivant**

Mardi 11 mai 2021 à 19h visio-conférence organisée par la Cité des sciences.
https://www.youtube.com/watch?v=DFkfogryRsg

Sur terre, des communautés complexes de microorganismes dépendent de conditions environnementales extrêmes pour se développer. Les recherches pour identifier les mécanismes permettant à ces « extrêmophiles » de préserver l'intégrité de leurs composants cellulaires ont permis de dévoiler différentes stratégies d'adaptation aux milieux hostiles. Que révèle l'étude de cette biodiversité de l'extrême pour notre compréhension de la biosphère et quels sont les applications pour l'industrie ?
Les organismes hyperthermophiles et leurs virus ont développé des stratégies moléculaires originales pour s'adapter aux conditions de chaleur extrême. Leur étude montre que leurs spécificités concernent aussi bien les membranes que les protéines, les ARN et l'ADN. Quelles caractéristiques interviennent dans leur survie ? Jusqu'où nos connaissances permettent-elles de repousser les limites de la vie en terme de température ? Les recherches ont-elles mené à des applications ou ouvert des perspectives à certains domaines ?
Et avec **Patrick FORTERRE**, chercheur en biologie, professeur honoraire à l'Institut Pasteur et professeur émérite à l'Université de Paris-Saclay.

- **Plantes : résistances à toute épreuve**

Mardi 18 mai 2021 à 19h visio-conférence organisée par la Cité des sciences.
https://www.youtube.com/watch?v=_v1aqBAR7Lg

Incapables de fuir des conditions de vie hostiles, des plantes ont développé des stratégies d'adaptation et de résistance en milieux extrêmes. Si la recherche tente de comprendre leurs mécanismes d'adaptation hors norme, elle est également motivée par des applications médicales, agro-alimentaires ou cosmétiques. Quelles sont les découvertes scientifiques sur les plantes extrêmophiles ? En quoi sont-elles prometteuses pour l'être humain ?
Avec **Sevser SAHPAZ**, pharmacognoste, professeure des universités, responsable du laboratoire de pharmacognosie (UMRt 1158 BioEcoAgro), Institut Charles Viollette, Lille.