

Rapport du voyage d'études en Israël

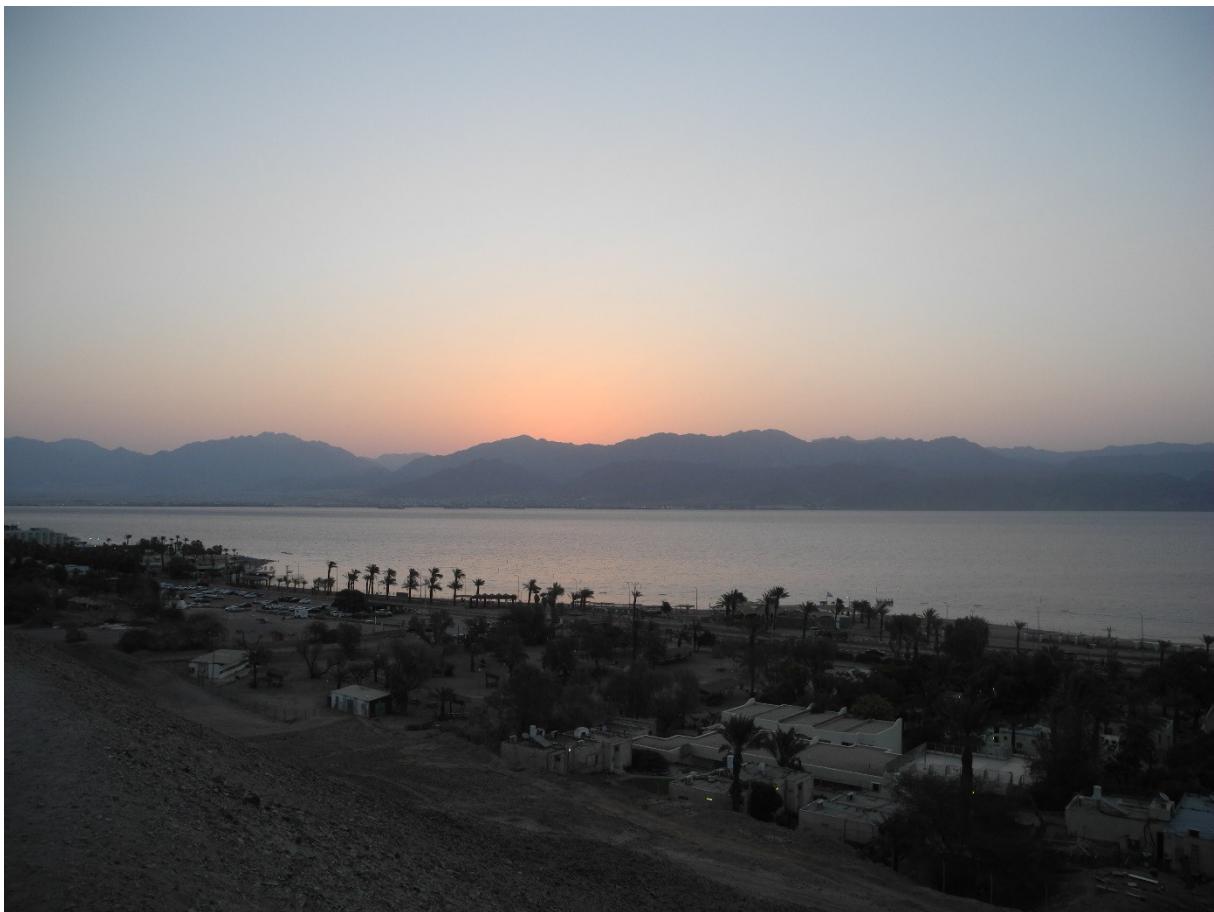
EPFL- Science et Ingénierie de l'environnement

Septembre 2017



Introduction

Nous nous sommes rendus en Israël pour deux semaines durant lesquelles nous avons non seulement découvert quelques écosystèmes et leurs problèmes environnementaux, mais aussi des lieux historiques fort intéressants. Premièrement, nous avons découvert la réserve naturelle des coraux du golfe d'Aqaba, puis nous avons visité Mitzpe Ramon, un cratère formé grâce à l'érosion de la roche par les précipitations. La suite du voyage nous a fait découvrir la mer Morte et son hydrogéologie, de même que Massada, lieu emblématique de la révolte juive du Ier siècle. Nous avons conclu notre voyage par une visite de la vieille ville de Jérusalem qui est un riche trésor culturel.



1 Vue sur le Golf d'Aqaba

Première conférence à Eilat : Introduction sur les Coraux

Il existe deux grandes catégories de coraux. La première catégorie est celle des coraux massifs qui se situent aux endroits où les vagues se brisent, c'est-à-dire proche de la côte. Leur imposante structure leur permet de résister à l'énergie de l'eau mais aussi aux basses marrées. En effet, l'organisation de leurs tissus permet de stocker de l'eau dans les interstices, ce que les coraux fins ne peuvent pas faire. La seconde catégorie est celle des coraux fins et fragiles qui occupent les eaux plus profondes.

Au cours de nos différentes expéditions en mer, nous avons pu observer différents coraux tels que :

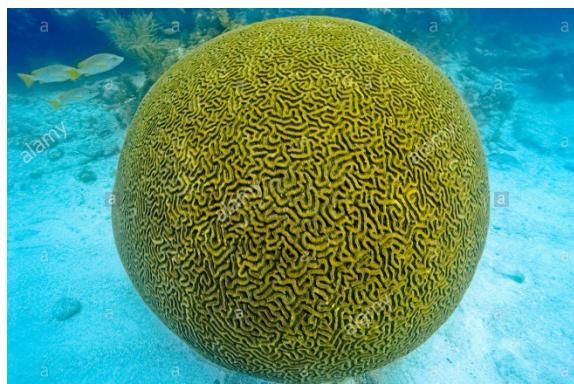
- Stylophora : il s'agit du rat de laboratoire du centre de recherche. Ses embranchements sont roses avec les extrémités blanches



- Acropora : Ce corail plat est de couleur blanc-vert



- Brain coral : Celui-ci est gros et rond. On peut deviner la forme d'un cerveau d'après ses motifs en forme de labyrinthe



- Turbinaria est surprenant par sa couleur jaune vif



Il s'agit là principalement de coraux massifs.

Définition des coraux :

Au début de sa vie, un corail est formé d'une unité : un polype, organisme hétérotrophe, doté de tentacules grâce auxquelles il capture et mange les zooplanktons. Ainsi, nous pouvons voir un certain degré de parenté avec les méduses. Ensuite, cette unité se multiplie jusqu'à former une colonie. Chaque polype est en symbiose avec une algue unicellulaire. Le corail lui apporte un abri et certaines substances chimiques. En échange, l'algue réduit le CO₂ au travers de la photosynthèse et nourrit le corail durant le jour. Afin que l'algue puisse se développer et fonctionner correctement, l'eau doit être oligotrophe.

Par conséquent, un corail a besoin : d'espace, de lumière, de calcium, d'eau chaude ($>18^{\circ}\text{C}$), de CO₂ et de zooplancton. Il faut aussi que l'eau ne soit pas stagnante car les nutriments doivent être renouvelés et l'oxygène supplémentaire produit par l'algue doit être évacué.

Les coraux représentent l'écosystème le plus divers car il est formé de plusieurs variétés d'organismes tels que les poissons, les algues, les vertébrés, etc.

Cas particulier : Eilat

Eilat se situe à une latitude élevée (29N). En général, nous trouvons les coraux le long de l'équateur car ils ont besoin d'une température supérieure à 18°C. Cependant, nous trouvons des coraux à Eilat car l'eau du golfe d'Aqaba est particulièrement chaude pour cette latitude. C'est un cas exceptionnel. Les plaques tectoniques arabe et africaine s'éloignent l'une de l'autre créant ainsi l'étroite et profonde étendue d'eau qui longe Eilat-Israël, la Jordanie, l'Egypte et l'Arabie.

L'entrée du golfe d'Aqaba est obstruée par une colline sous-marine, *Bab El Mandeb*, de 137m de haut. Par conséquent, l'eau de surface, moins dense, plus chaude et moins salée provenant de l'océan indien entre dans le golfe tandis que l'eau plus dense, plus froide et plus salée est bloquée par la colline. L'eau salée du fond de la mer rouge remonte la colline et sort dans l'océan indien, maintenant ainsi une salinité peu élevée, facteur qui joue un rôle important pour les coraux.

Fragilité des coraux

Après l'éruption du Pinatubo en 1993, les chercheurs d'Eilat ont constaté que les coraux étaient recouverts par une algue benthique. Ils ont découvert que les oursins de mer ont une faible réponse fonctionnelle, c'est-à-dire qu'en présence de davantage de nutriments, ils ne se nourrissent pas plus. Par conséquent, la consommation en algues des oursins qui protégeait les coraux d'une invasion, n'a pas réussi à pallier la croissance de ces algues.

Ce recouvrement a provoqué la mort de 20% des coraux car le milieu est devenu anaérobiose. De plus, les algues benthiques empêchaient la lumière, les zooplanctons et les autres nutriments d'atteindre les coraux. Ainsi, après cet évènement il ne restait plus que les squelettes blancs des coraux morts.

Nous pouvons nous demander pourquoi l'éruption du Pinatubo causa une telle croissance des algues. L'éruption a causé l'émission d'aérosols dans l'atmosphère qui ont fait de l'ombre sur le sol. La modification de l'apport énergétique solaire sur la Terre a causé une modification des vents ce qui a induit un refroidissement la mer Rouge. Par conséquent, un grand mélange de l'eau s'est produit, brisant ainsi la stratification en place. Les nutriments sédimentés sont remontés à la surface et sur les côtes, provoquant ainsi la croissance anarchique des algues.

Climat à Eilat

En hiver, l'évaporation est plus forte sur les océans. En effet, en hiver le vent vient du désert. Par conséquent, l'air est sec et est à 16 degrés tandis que l'eau est à 18 degrés. Ainsi, l'eau chauffe l'air; l'air chaud monte ce qui crée une circulation secondaire. Donc, l'air n'est pas saturé et l'eau est évaporée en continu.

En été, l'air est stratifié car l'air est à 32 °C alors que l'eau est à 26 °C. L'air froid est plus dense et est donc au plus proche de l'eau. Cet air empêche l'évaporation car il se sature en eau et, étant dense, il reste à la surface de l'eau.

Visite de l'IUI : L'interuniversity Institute for marine sciences of Eilat

Nous avons terminé notre séjour à Eilat par des travaux pratiques de microscopie de zooplankton ayant pour but de déterminer lequel de deux échantillons avait été prélevé la nuit. ainsi que par une visite des différents laboratoires de l'institut qui nous a accueilli.

Créé en 1968, ce centre est partagé entre toutes les universités du pays depuis 1985. Il est ouvert à tout scientifique du pays pour mener une recherche et dispense également une vingtaine de cours d'océanographie pour les étudiants. Le site abrite également le Red Sea Marine Peace Park qui est un véritable sanctuaire de biodiversité de coraux et de biologie marine.

Une des visites était consacrée au laboratoire de qualité de l'eau. Le bateau de l'institut prélève tous les mois 12 échantillons à différentes profondeurs. Ainsi, et avec les profils obtenus à l'aide d'une sonde CTD (Mesurant conductivité, température et densité), il est possible de suivre précisément l'évolution de la stratification de la mer Rouge. De plus, leur station météo, disponible sur leur site internet, met à disposition des données chaque

10 minutes.

Un autre exemple des activités de l'institut s'illustre par une installation unique : le simulateur de mer Morte. Il s'agit d'une série d'aquariums connectés à l'eau de mer, dans lesquels on peut faire varier les conditions de température et de CO₂ (pH). Des coraux témoins sont immergés dans ces bassins et leur réaction est observée sur généralement une dizaine de jours, mais parfois sur des périodes pouvant aller jusqu'à 2-3 mois. Les chercheurs utilisent cette installation pour anticiper les effets des changements climatiques sur les coraux.

L'hydrologie de la Mer Morte, présentée par Yoseph Yechiele

La mer Morte est unique en son genre car son niveau d'eau baissant à grande vitesse, elle a une extrême salinité (340 g/L), une densité élevée (1.24 kg/L), c'est un lieu de recherche inouï, qui de plus est le point le plus bas sur Terre (-413 m.s.m.).

Origine d'une mer si dense et saline

Dans les années 1930, le niveau de la mer se situait vers -390 m.s.m et était dans des conditions stables. Cependant, en l'espace de 90 ans, son niveau a chuté de plus de 20 mètres dû à une surconsommation d'eau d'irrigation provenant de son seul affluent, le Jourdain. A cela s'ajoute les conditions météorologiques du désert, entraînant un fort taux d'évaporation, et asséchant petit à petit la mer à raison d'environ 1 mètre par an. Ainsi, la quantité d'eau pure diminue, et sa concentration en sel augmente graduellement, la rendant donc plus dense et saline.

En revanche, ceci n'explique pas la quantité énormément grande de sel dans cette dernière. Pour cela, il faut revenir des milliers d'années auparavant, lorsque la mer bordait encore les flans des collines environnantes. Le va-et-vient du niveau d'eau causait un phénomène d'érosion conséquent, ce qui entraîna cette accumulation de sels. Une autre source provient des précipitations.

Les conséquences de l'assèchement de la mer Morte – les sinkholes.

L'assèchement de la mer Morte n'en va pas sans conséquence. Bien que presque tous les pays bordant la mer utilisent maintenant des désalinateurs, la Jordanie puise encore dans le Jourdain, ce qui réduit toujours son niveau. La mer Morte est en continuel équilibre avec les nappes phréatiques environnantes, créant une interface d'eau salée dans ces dernières, selon le principe de Ghyben-Herzberg. En revanche, au fur et à mesure que le niveau du lac descend, l'interface salée est déplacée et remplacée par de l'eau fraîche, dissolvant les sels qu'elle contenait. Cela crée ainsi des cavités souterraines qui, par la suite, feront s'écrouler les infrastructures. Ainsi, des régions verront apparaître des trous de plus de 20 m de diamètre pour 15 m de profondeur, suite à l'enfoncement des sols.



2 Exemple spectaculaire d'un Sinkhole

Les perspectives quant à la Mer Morte

Il a été prouvé que la mer Morte n'est pas condamnée! Bien que son niveau va encore chuter, il se créera par la suite un nouvel équilibre dans lequel l'élévation du lac restera constante. En effet, plus la mer devient dense, plus l'évaporation diminue.

Néanmoins, les conséquences d'une perte d'une telle quantité d'eau causeront l'assèchement des oasis de la région, notamment celle d'Ein Feshka.

Massada

Massada est une forteresse édifiée sur un rocher surplombant la mer Morte. Elle est connue pour avoir été le dernier refuge lors de la révolte juive en 73 apr.J-C. Le siège dura environ sept mois durant lequel les romains ont construit une énorme rampe afin d'attendre l'entrée. Ils découvrirent alors que les juifs enfermés s'étaient suicidés. C'est un événement historique important dans l'histoire juive, et pour nous il était important de visiter cet endroit afin d'étendre notre culture et de mieux comprendre l'histoire complexe d'Israël.

Nous sommes donc montés sur le site même et avons visité la forteresse avec un audio guide.



3 Massada avec vue sur la mer morte

Jérusalem

La richesse culturelle de Jérusalem est si grande que visiter cette ville en un jour ne permet que d'en voir une petite partie. Nous avons visiter avec un guide les différents quartiers (juif, musulmans, chrétiens et arménien) de la vieille ville. Les lieux à relever sont :

1. Le mur des Lamentations

Le mur des Lamentations est dans la tradition juive une relique de l'ancien temple de David détruit par les romains dans les premières années de notre ère. Ce lieu est sous haute tension car ce mur fait partie de l'esplanade des Mosquées avec de la Mosquée Al-Aqsa, lieu saint de l'Islam et le Dôme du Rocher. C'est un endroit très important du conflit Israélo-palestinien.

2. Le Dôme du Rocher

Le Dôme du Rocher est le troisième lieu saint de l'Islam après La Mecque et Médine et elle est construite sur l'esplanade des mosquées (*masjid al-Aqsa*). Selon la tradition musulmane, c'est le lieu d'où est monté au ciel le prophète Mahomet et selon la bible, le lieu où Abraham voulait offrir son fils à Dieu en sacrifice.

3. L'église du Saint Sépulcre

L'église du Saint-Sépulcre est un lieu saint des chrétiens abritant le tombeau du Christ. Selon la tradition, elle se situe sur le lieu de la crucifixion et de la résurrection du Christ. Elle a la particularité d'être contrôlée par six groupes différents de chrétiens, ce qui rend sa gestion assez difficile.

4. Le Mont des Oliviers

C'est un lieu important pour les trois religions monothéistes et se situe en face de l'Esplanade des Mosquées. Sur sa face ouest se situe le plus grand cimetière juif au monde. Il est selon les chrétiens le lieu de l'Ascension du Christ.

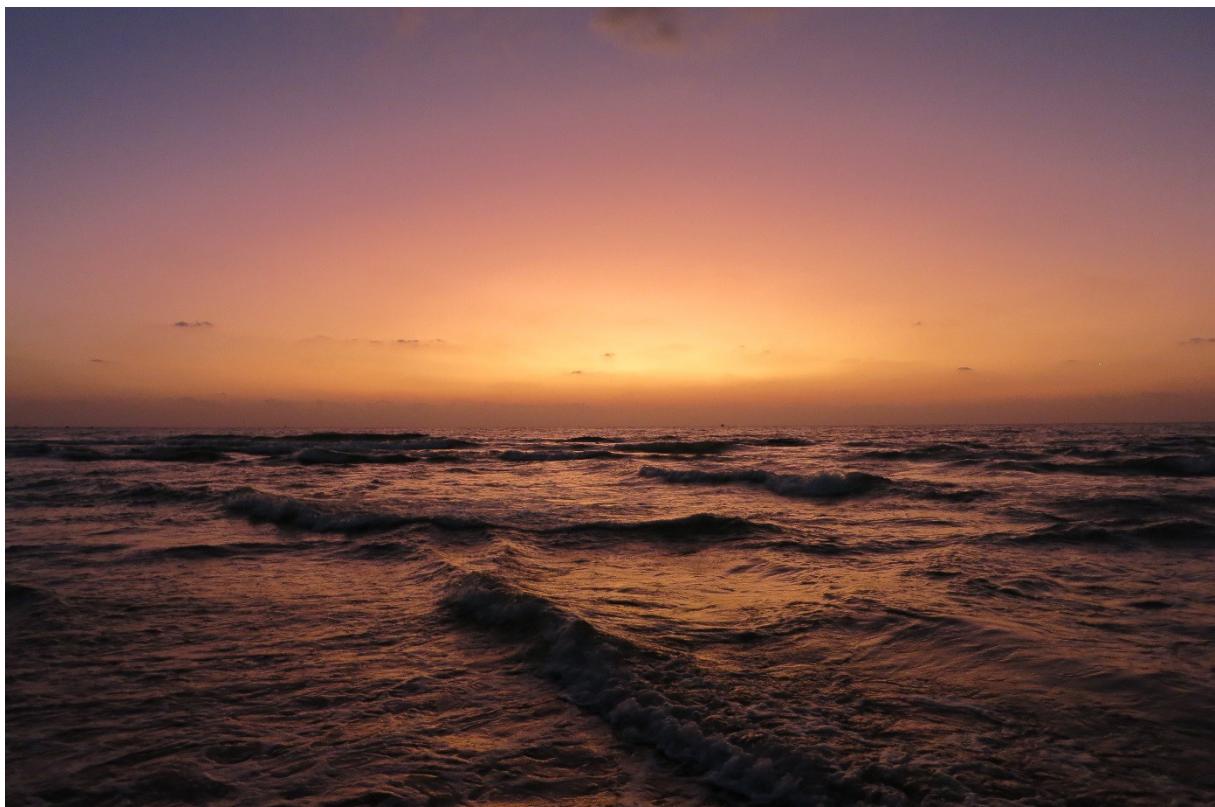


4 La Dôme du Rocher

Conclusion

Notre voyage nous a fait découvrir quelques problématiques environnementales ainsi que des lieux culturels. Nous savons maintenant que les coraux forment un écosystème fragile et très riche qu'il est indispensable de les préserver et nous connaissons maintenant les problèmes liés à l'assèchement de la mer Morte. Enfin notre bagage historique s'est agrandi.

Nous remercions encore Madame Chantal Seignez et Monsieur Anders Meibom de nous avoir accompagné dans cette formidable aventure !



5 Coucher de soleil à Tel-Aviv, avant notre retour.