



Changement climatique

impacts, atténuation et adaptation

Ce document est la transcription révisée, chapitrée et illustrée d'une vidéo du MOOC UVED « Changement climatique : impacts, atténuation et adaptation ». Ce n'est pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots et l'articulation des idées sont propres aux interventions orales des auteurs.

Biodiversité marine et changement climatique

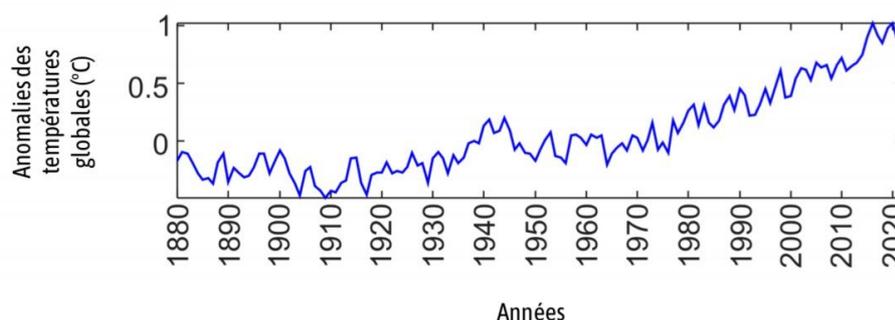


Grégory BEAUGRAND
Directeur de recherche au CNRS

C'est maintenant un fait établi, la température de notre planète augmente. Cette augmentation des températures est liée à l'accumulation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, elle-même liée aux activités humaines.

1. Réchauffement climatique

Changements à long terme des anomalies de température (1880-2022)



Ce graphique vous montre les anomalies de température globale depuis 1880 jusqu'à 2022. Nous pouvons voir une augmentation des températures en deux phases : une première phase (1910-1945) et une deuxième phase (de 1965 jusqu'à nos jours). On peut voir également une période de quasi-stagnation des températures, appelée hiatus, au début des années 2000. Mais nous voyons également en 2014-2015 une forte accélération du réchauffement climatique suite à un événement El Niño majeur. Actuellement, on assiste à une accélération du réchauffement avec une augmentation de 0,23 degré Celsius par décennie.

La température de notre planète a augmenté de 1,1°C par rapport à la période de référence 1850-1900. Cette augmentation de 1°C peut paraître faible, mais elle masque des disparités régionales importantes, puisque dans certaines régions des hautes latitudes, l'augmentation de température peut parfois dépasser 3°C. L'océan a absorbé 93,4 % du réchauffement, suivi de l'atmosphère, des continents et de la cryosphère, c'est-à-dire de la glace sous toutes ses formes, y compris le pergélisol, c'est-à-dire un sol gelé en permanence.

2. La biodiversité marine

Comment va réagir la biodiversité marine face au dérèglement climatique ? La biodiversité est l'ensemble des formes vivantes sur notre planète. Elle s'apprécie à différents niveaux organisationnels, par exemple les gènes, les espèces, les écosystèmes. La biodiversité marine se situe entre 194 000 et 250 000 espèces décrites. Il y a de fortes incertitudes par rapport à ce nombre d'espèces : nous pourrions avoir entre 500 000 et 2,2 millions d'espèces. Nous ne connaissons donc que 9 % des espèces vivant dans nos océans. Il faut aussi noter que pour ces espèces déjà décrites, on connaît peu de choses sur leur biogéographie, leur rythme de reproduction et leur physiologie.

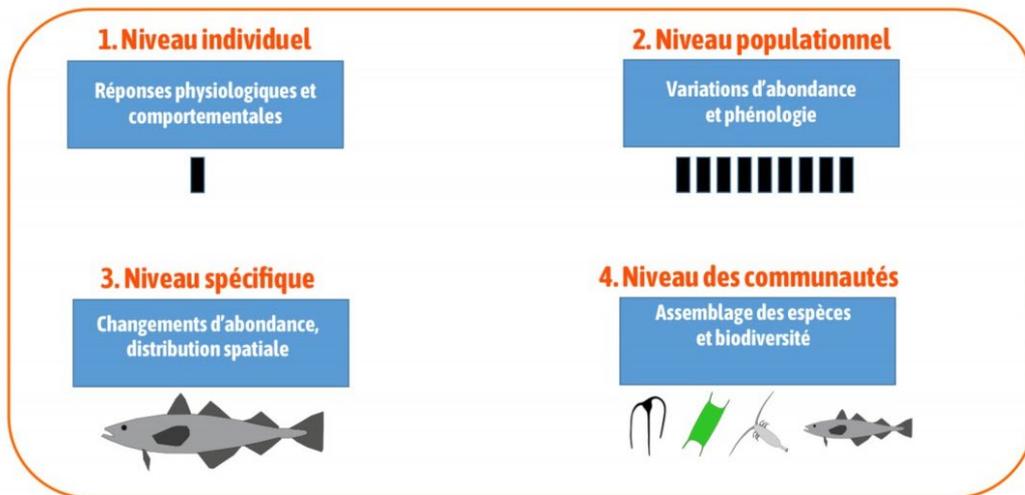
Avec un tel niveau d'inconnaissance, comment pouvons-nous alors étudier globalement la réponse de la biodiversité marine face au dérèglement climatique ? Une première possibilité est d'étudier des groupes taxonomiques clés, bien connus, dans des régions océaniques bien échantillonnées et essayer d'extrapoler à l'ensemble des océans et à l'ensemble des groupes taxonomiques. C'est la démarche inductive. Ici, une autre démarche est privilégiée : c'est une démarche basée sur la théorie biologique et la modélisation. Il s'agit de la théorie METAL pour "Macroecological Theory on the Arrangement of Life".

3. Présentation de la théorie METAL

L'objectif de la théorie METAL est de connecter ensemble un grand nombre de patrons de variabilité et d'événements observés dans la nature. Cette théorie essaie de

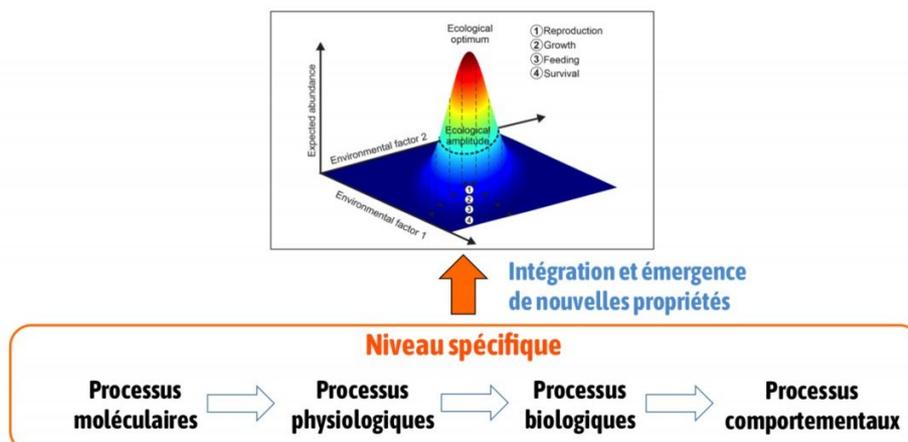
connecter ensemble des processus observés en écologie comportementale, en biogéographie, en biologie du changement climatique et en macroécologie. Elle est utilisée aux niveaux individuel, populationnel, spécifique, et aussi celui des communautés.

La théorie METAL



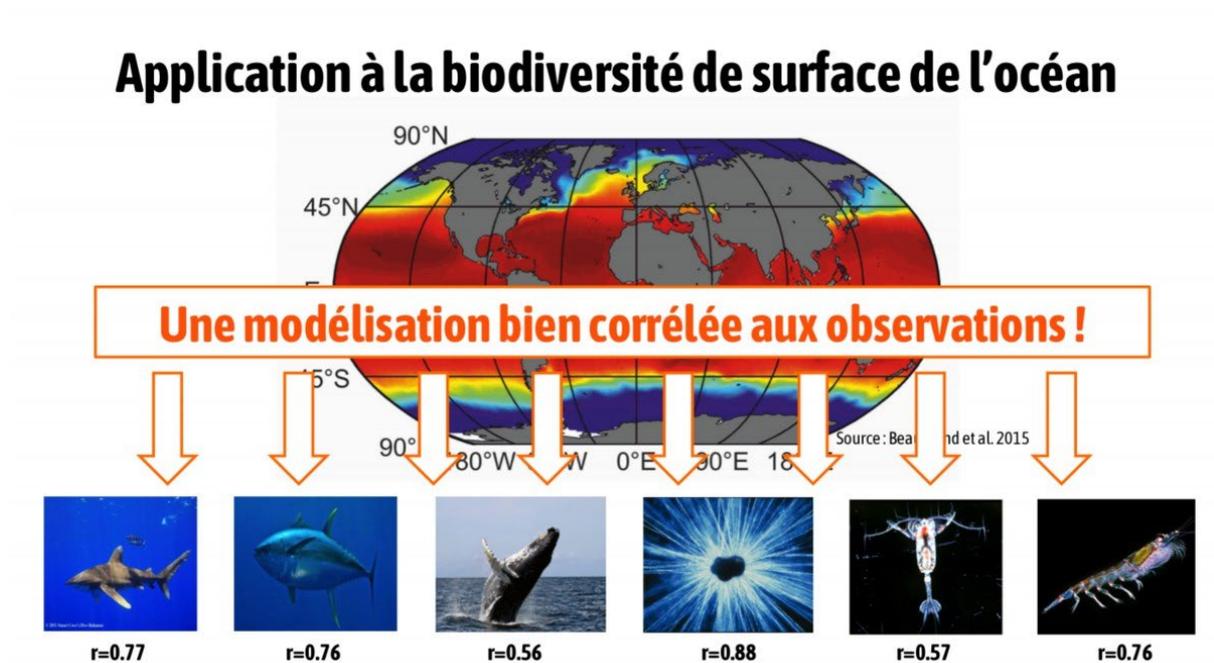
La brique macroscopique élémentaire de la théorie METAL est le concept de niche écologique d'Hutchinson. La niche écologique est l'ensemble des conditions environnementales qui permettent à une espèce de croître, se maintenir et se reproduire. Cette niche écologique nous permet d'intégrer processus moléculaires, physiologiques, biologiques et comportementaux, mais elle nous permet aussi d'intégrer l'émergence de propriétés nouvelles à chaque niveau organisationnel supérieur. C'est ainsi que la niche est considérée dans le cadre de la théorie METAL comme une propriété émergente qui permet de synthétiser les besoins environnementaux des espèces en évitant la mise en équation de processus infraspécifiques et infra-individuels.

La niche écologique, brique élémentaire



Nous allons ainsi créer des espèces caractérisées chacune par des propriétés biologiques uniques. On va attribuer à chacune de ces espèces virtuelles une niche écologique donnée. Puis en fonction des conditions environnementales de l’océan, certaines espèces vont pouvoir s’établir dans certaines régions de l’océan et se rassembler en communautés. On va pouvoir, de cette façon, reconstituer progressivement la biodiversité de l’océan.

4. Validation de la théorie METAL

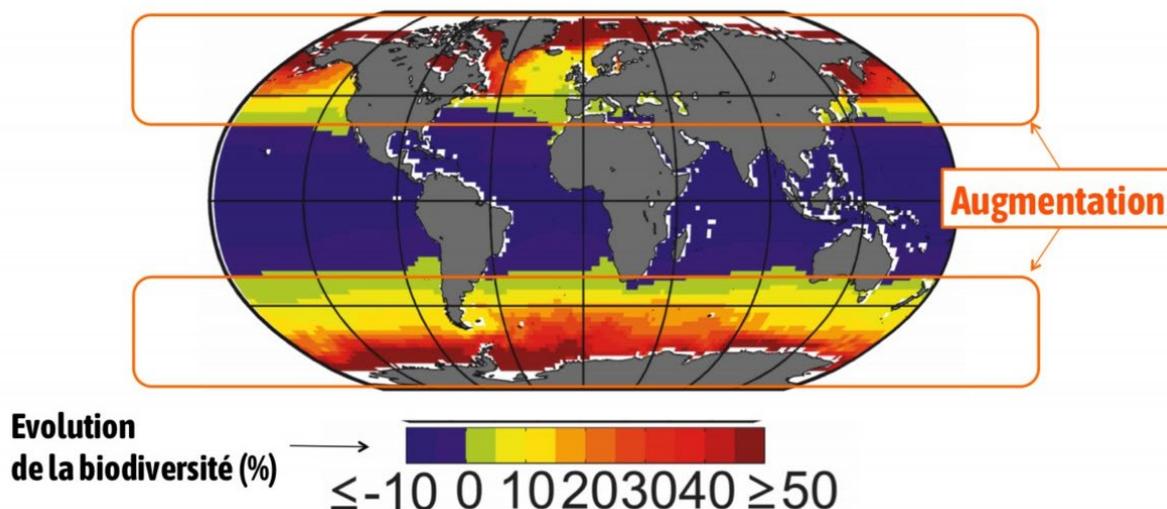


Cette carte vous montre la biodiversité des régions superficielles océaniques. Vous pouvez voir en bleu de faibles valeurs de biodiversité et en rouge de plus fortes valeurs de biodiversité avec un pic de biodiversité au niveau des tropiques. En sciences, les prédictions de nos modèles doivent être testées par les observations. Nous avons testé cette prédiction sur différents groupes taxonomiques, tels que les foraminifères, les copépodes, les euphausiacés, les poissons cartilagineux, les poissons osseux et les mammifères marins, les cétacés. On obtient de très bonnes relations entre les prédictions et les observations. On a parfois des variations dans les corrélations, mais la plupart du temps, ces corrélations sont significatives.

5. La biodiversité à +2°C

Nous pouvons essayer de voir comment la biodiversité va réagir par rapport à une augmentation des températures. Ici, nous provoquons dans le modèle une augmentation uniforme des températures de 2 degrés Celsius.

Dans le cas d'un réchauffement de 2°C

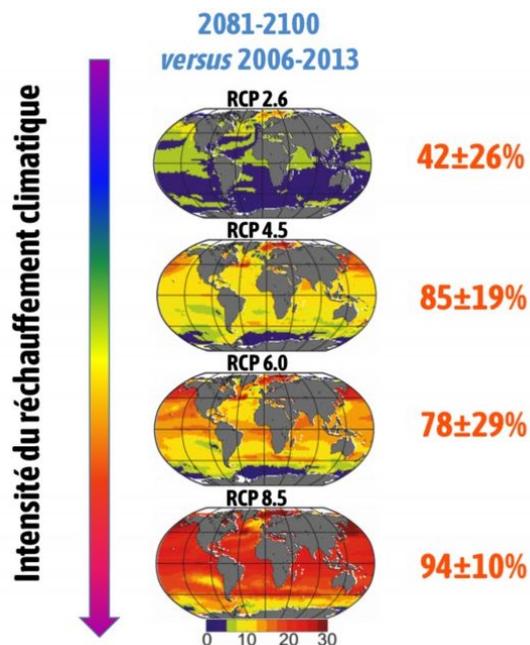


Ce que vous pouvez voir, c'est que, suite à cette augmentation de 2°C des températures, on assiste à une diminution de la biodiversité dans les régions chaudes de l'océan, c'est-à-dire les régions en bleu sur la carte. Dans les régions extratropicales, à l'inverse, on note une forte augmentation de la biodiversité. Ça peut paraître surprenant, mais une augmentation de la biodiversité ne veut pas forcément dire une augmentation en termes de services écosystémiques. Cela veut simplement dire une réorganisation dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes.

En mer du Nord, effectivement, on peut noter actuellement une augmentation de la biodiversité. Cette augmentation est particulièrement importante à la fin des années 1980 suite à une augmentation assez prononcée des températures. On peut voir également que cette augmentation observée est très bien reconstituée par le modèle METAL.

6. La biodiversité marine en 2100

On peut essayer d'observer les changements de biodiversité d'ici la fin du siècle. Un tel travail a été réalisé en couplant le modèle METAL avec des modèles de circulation générale océan-atmosphère pour quatre intensités de réchauffement climatique, depuis le scénario RCP2.6 jusqu'au scénario RCP8.5.



Projections climatiques et changements attendus de biodiversité

Pour situer ces données...

Variabilité naturelle (1960-2013)	5%
Différence 2000-1960	28%
Suite au dernier épisode glaciaire	85%

On constate que lorsque les températures restent en deçà de 2°C, 42 % de la superficie totale des océans va subir des modifications substantielles de la biodiversité. Par contre, lorsque le scénario de réchauffement climatique est très important, 94 % de la superficie totale de l'océan subit des modifications substantielles de biodiversité.

Ces changements sont relativement forts lorsqu'on les compare à la variabilité naturelle où on a 5 % de changement de biodiversité. Aussi, lorsqu'on regarde les différences de biodiversité entre les années 2000 et 1960, on s'aperçoit qu'on a déjà 28 % de la superficie totale des océans qui a subi des modifications substantielles de biodiversité. Enfin, pour donner une perspective plus large à ces changements, on a examiné les changements qui peuvent survenir entre une période glaciaire et une période interglaciaire. Ces changements de biodiversité sont de l'ordre de 85 %. Seulement, ces changements ont lieu sur une période couvrant 5 à 6 000 ans, ce qui est bien différent des changements que nous pourrions avoir pour la fin du siècle.

7. Conclusion

La biodiversité marine est très sensible aux fluctuations de températures. Dans les années et les décennies qui viennent, on peut s'attendre à une forte augmentation des changements de biodiversité avec des surprises en termes de rapidité et d'intensité. Ces changements de biodiversité, qu'ils soient positifs ou négatifs, vont avoir des conséquences majeures sur les écosystèmes. Il va y avoir des réorganisations en termes de structure, mais aussi en termes de fonctionnement et de services écosystémiques. Or je rappelle que les services écosystémiques sont évalués à 21 trillions d'euros par an pour les écosystèmes marins.

Ces changements de biodiversité ne sont pas une fatalité. On peut les atténuer en diminuant les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère : chaque demi-degré compte, chaque année compte, chaque mesure compte.