MINISTÈRES
TRANSITION ÉCOLOGIQUE
COHÉSION DES TERRITOIRES
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
MER

Liberté
Égalité
Fraternité

Code concours : 2024-TSPDD-99-IntExt
Code épreuve : CP-QRC

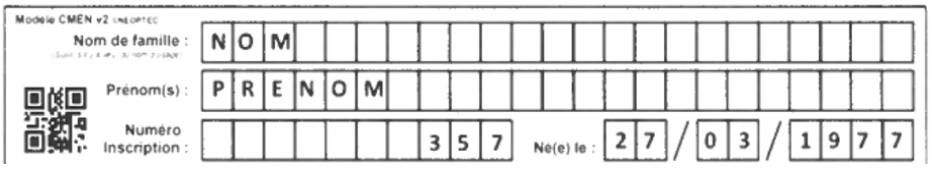
CONCOURS INTERNE ET EXTERNE
DE TECHNICIENS SUPERIEURS PRINCIPAUX
DU DEVELOPPEMENT DURABLE
SESSION 2024
Spécialité "Navigation, sécurité maritime et gestion de la ressource halieutique et des espaces marin et littoral"

Épreuve n°2 : Cas pratique et questions à réponses courtes			
Durée : 3h00	Coefficient : 3	Dossier documentaire : 10 pages	Dossier complet : 13 pages

L'épreuve n°2 comporte **deux parties**, à savoir : **1ère partie** - Un cas pratique avec mise en situation professionnelle à partir d'un dossier présentant des documents à caractère scientifique faisant appel, éventuellement, à des calculs et raisonnements scientifiques. **2ème partie** - Cinq questions à réponses courtes au plus, portant sur les principes fondamentaux de la spécialité considérée.

Toute note strictement inférieure à 6 sur 20 est éliminatoire.

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET



- Le bandeau situé en haut de chacune des feuilles de composition doit être rempli en totalité (**code concours, code épreuve, spécialité, y compris le numéro d'inscription communiqué dans votre convocation**).
- **L'usage de la calculatrice, d'un dictionnaire, de tout autre document est interdit**.
- **Les candidats ne doivent pas faire de marge sur leur copie**.
- **Les copies devront être correctement paginées**. Pagination d'une copie double sur 4 (1/4, 2/4, …), deux copies doubles sur 8 (1/8, 2/8, …), etc.
- **Aucun signe distinctif ne doit apparaître dans la copie** : nom ou nom fictif, signature, paraphe et symboles sont interdits.
- **Seul l'usage d'un stylo à bille noir ou bleu est autorisé (feutre et stylo friction sont interdits). L'utilisation d'une autre couleur, pour écrire ou souligner, pouvant être considérée comme un signe distinctif, est proscrite.**
- **Aucun liquide blanc ni ruban correcteur ne doit être employé** (une telle utilisation empêcherait la correction de la copie). **Toute correction se fait par rature**, de préférence à la règle.
- **Les feuilles de brouillon, ou tout autre document, ne sont pas considérées comme faisant partie de la copie et ne feront pas l'objet d'une correction**. Ils ne doivent pas être joints à la copie.

Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner une sanction par le jury.

Cas pratique

Sujet

Il est aujourd'hui reconnu par la communauté scientifique que les rejets de CO2 dans l'atmosphère ont un impact important sur le milieu marin. Les océans deviennent ainsi de plus en plus acides, leur température augmente et les répercussions, notamment sur certaines espèces marines, sont davantage connues.

Un colloque est organisé dans votre département sur la filière maritime. Des tables rondes y seront proposées et aborderont différentes thématiques, dont l'acidification des océans. Votre chef du service en charge des activités maritimes au sein d'une direction départementale des territoires et de la mer est convié à y participer.

Vous êtes chargé(e) de mission dans ce service. Dans ce cadre, votre chef de service vous demande de pouvoir disposer d'éléments en vue de sa participation à cette table ronde concernant l'acidification des océans.

En vous aidant des informations présentées dans le dossier joint, ainsi que de vos propres connaissances, vous devrez être en capacité d'apporter ces éléments en répondant aux questions suivantes :

Question 1) Explicitez de manière synthétique les mécanismes d'échanges de carbone entre les océans et l'atmosphère, la lithosphère et la biosphère.

Question 2) Précisez quelles sont les principales sources d'émission de CO2 à l'échelle planétaire.

Question 3) Identifiez les causes et conséquences de l'acidification des océans.

Question 4) Apportez les pistes de solutions et/ou d'adaptation les plus prometteuses à votre sens.

Consigne pour rédiger vos réponses :

Le numéro de chaque question à laquelle vous répondez doit être indiqué au début de votre réponse, sous la forme « Q n° … ». La réponse à la question doit être rédigée à la suite, dans la même feuille de composition.

Liste des documents

DOCUMENT 1 (2 pages)	Extrait du site IAEA « Agence Internationale de l'Energie Atomique » (https://www.iaea.org/fr/newscenter/news/quest-ce-que-lacidification-des-oceans)	Pages 3 à 4
DOCUMENT 2 (2 pages)	Extrait du site internet de l'IFREMER (29 septembre 2021).	Pages 5 à 6
DOCUMENT 3 (2 pages)	Extrait du site internet lelivrescolaire.fr « L'océan : un exemple de réservoir de carbone ».	Pages 7 à 8
DOCUMENT4 (2 pages)	Extrait du site internet nationalgeographic.fr	Pages 9 à 10
DOCUMENT 5 (2 pages)	Extrait du site internet du GIEC.	Pages 11 à 12

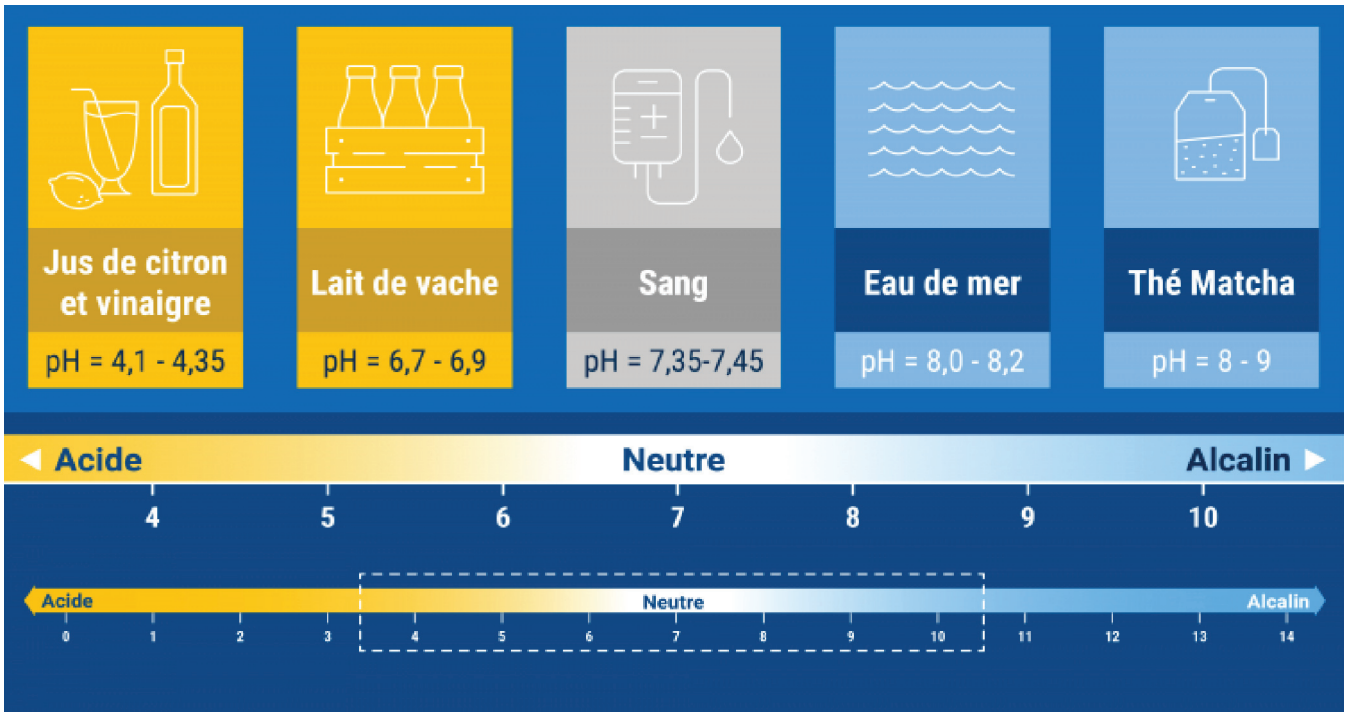
DOCUMENT 1 Extrait du site IAEA – Agence internationale de l'énergie atomique.

TITRE : Qu'est-ce que l'acidification des océans ?

Les océans produisent une grande partie de l'oxygène que nous respirons et absorbent les gaz à effet de serre, atténuant ainsi leurs effets dans l'atmosphère. Ils contribuent également à la subsistance de plus de trois milliards de personnes, et jouent un rôle clé dans les systèmes climatiques et météorologiques de la planète, ainsi que dans le cycle mondial du carbone. Ils constituent une force incommensurable de la nature. Cependant, l'activité humaine a considérablement modifié leur composition chimique. Depuis la fin des années 1980, 95 % des eaux océaniques de surface en haute mer ont vu leur acidité augmenter. Les océans absorbent environ 30 % du dioxyde de carbone (CO_2) que nous produisons, ce qui réduit le pH de l'eau de mer. C'est ce que l'on appelle l'acidification des océans. Avec des taux de CO_2 dans l'air supérieurs de 50 % aux niveaux pré-industriels, le problème continue de s'aggraver.

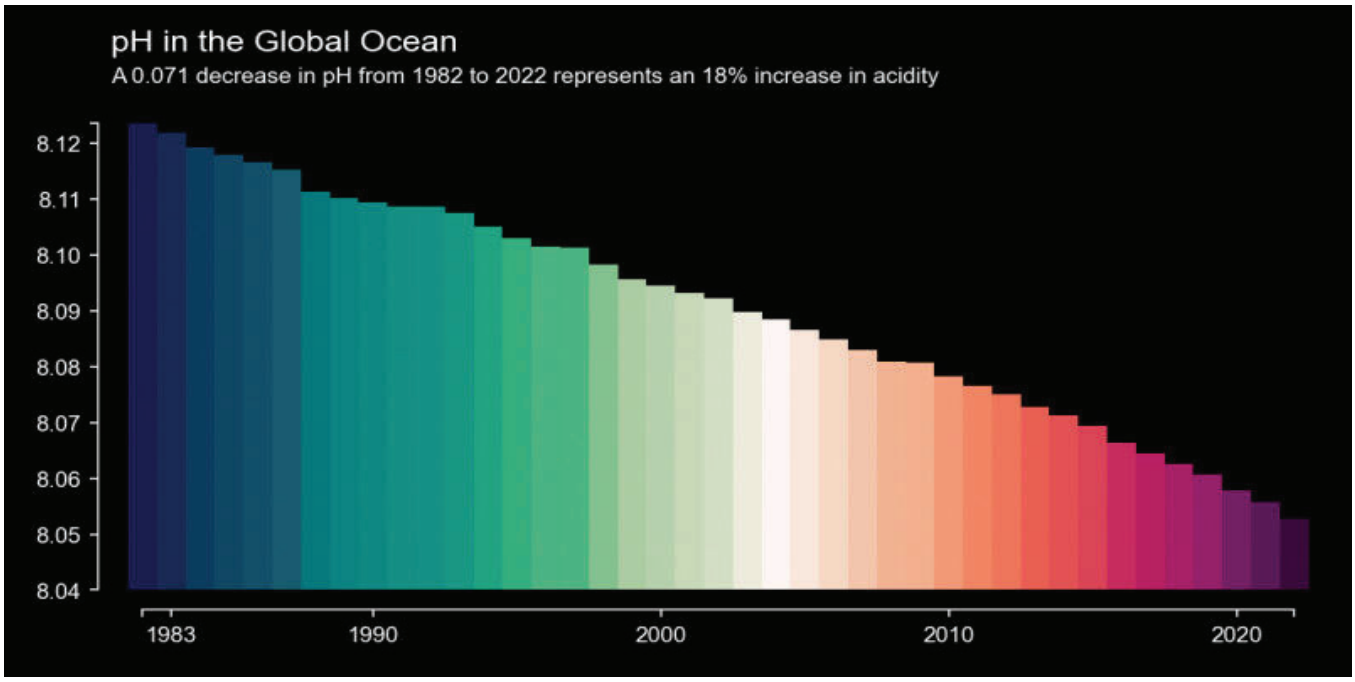
Qu'est-ce que le pH et l'acidité ?

Le pH est la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution. Il indique la concentration en ions hydrogène (H^+) et en ions hydroxyle (OH^-) sur une échelle de 0 à 14. L'eau potable, de pH 7, est neutre – ni acide ni alcaline – avec des concentrations égales de H^+ et de OH^-. Si le pH d'une solution est inférieur à 7, elle est acide ; s'il est supérieur à 7, elle est alcaline. L'échelle de pH est logarithmique : un pH inférieur d'une unité indique une eau dix fois plus acide.



Source : Plateforme Océan Climat, www.ocean-climate.org

Les océans sont légèrement alcalins. Avant la révolution industrielle des XVIII[e] et XIX[e] siècles, leur pH moyen était d'environ 8,2. Il est maintenant de 8,1. Les océans sont donc environ 30 % plus acides qu'à la période pré-industrielle. Selon le sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Le pH des océans pourrait descendre à 7,8 environ d'ici 2100. Cette situation rendrait les océans 150 % plus acides et affecterait la moitié de la vie aquatique.



Source : myscience.ch

Quelles sont les conséquences de l'acidification des océans ?

L'acidification des océans constitue une menace pour les écosystèmes marins, mais également pour les populations qui tirent des océans leurs revenus et leur nourriture. Plus de trois milliards de personnes dépendent de la biodiversité marine et côtière pour leurs moyens de subsistance.

Pour les écosystèmes marins, l'acidification des océans pose un double problème : une acidité plus élevée et une diminution des ions carbonates (CO_3^{2-}). Les organismes calcifiants, comme les huîtres, les crabes, les oursins, les homards et les coraux, ont besoin de CO_3^{2-} pour développer et entretenir leur coquille et leur squelette. Des études indiquent également que la coquille et le squelette de ces organismes se décomposent plus facilement lorsque l'acidité augmente. Les scientifiques étudient l'ampleur des effets de l'acidification sur les organismes calcifiants et cherchent à savoir pourquoi certains de ces organismes sont plus vulnérables que d'autres face à ce phénomène.

En dépensant de l'énergie pour résister à des conditions plus acides, les organismes peuvent amenuiser les ressources dont ils disposent pour les processus physiologiques, tels que la reproduction et la croissance, ce qui peut menacer la stabilité des chaînes alimentaires, la résilience de l'écosystème et les activités économiques telles que la pêche et le tourisme.

DOCUMENT 2 Extrait du site internet de l'IFREMER

29 sept 2021

Alors que la concentration en CO2 dans l'atmosphère ne cesse d'augmenter, l'océan se réchauffe et s'acidifie. L'Ifremer et le CNRS ont lancé une étude ambitieuse sur les effets combinés du réchauffement et de l'acidification des eaux côtières sur les huîtres et les moules, en suivant plusieurs générations. À travers ce projet baptisé CocoriCO2, les scientifiques pourront anticiper et évaluer la vulnérabilité de ces espèces, des écosystèmes et des entreprises conchylicoles en vue de mesures d'adaptation.

Les activités humaines sont responsables de 90 % des rejets de CO2 dans l'atmosphère. L'océan absorbe chaque année 25 % de cet excès de dioxyde de carbone, avec pour conséquences une acidification observée de 0,1 unité de pH et une augmentation de température de 1 °C depuis l'ère industrielle. Cet excès de CO2 dans l'eau de mer provoque également une diminution de la concentration en carbonate de calcium. Or, c'est à partir de cet élément chimique que le plancton, les coraux, les mollusques (huîtres, moules…) et beaucoup d'autres organismes marins dits « calcifiants » construisent leur coquille ou leur squelette interne.

L'acidification : un stress pour le développement des huîtres

« Les effets du réchauffement et de l'acidification de l'océan sur la santé des huîtres sont en partie connus, mais la plupart des études réalisées dans le monde jusqu'ici se limitent aux effets à court-terme sur une seule espèce à un stade de développement donné, et sans considérer les effets d'autres facteurs de stress comme la température ou la nutrition. L'originalité de notre projet porte donc sur la prise en compte de l'évolution future du pH et de la température sur plusieurs générations de bivalves et plusieurs espèces maintenues dans des conditions écologiques aussi réalistes que possible. » ***Fabrice Pernet****, chercheur à l'Ifremer spécialiste de la physiologie des organismes marins et coordinateur du projet CocoriCO2.*

En 2019, les premiers résultats d'un précédent projet baptisé AïAïAï montraient que les juvéniles d'huîtres creuses peuvent supporter des baisses importantes du pH jusqu'à atteindre un point de bascule physiologique autour de 7,3, ce qui est bien en deçà du niveau actuel des côtes françaises où le pH varie entre 8,1 et 7, 8.

« Après avoir analysé de plus près certaines caractéristiques d'huîtres ayant grandi dans des conditions même peu acides, nous avons découvert que leur coquille était moins épaisse et plus légère, suggérant une moindre résistance à la prédation et aux chocs (vagues ou manipulations conchylicoles), révèle **Fabrice Pernet**. Par conséquent, une exposition à long terme à une acidification modérée au-dessus du point de basculement pourrait nuire à la condition générale des huîtres sans forcément compromettre leur survie. L'impact est plus frappant chez les larves pour lesquelles la survie est compromise en dessous de 7,6. »

À travers le projet CocoriCO2, l'Ifremer en partenariat avec le CNRS, le Comité National de la Conchyliculture et les Comités Régionaux de Bretagne-Nord et de Méditerranée, veut aller plus loin pour permettre aux acteurs du monde conchylicole d'anticiper les effets de l'acidification et proposer des mesures d'adaptation à long terme.

Surveiller le pH sur tout le littoral

Depuis le début du projet CocoriCO2 en janvier 2020, un réseau de 14 sondes a été déployé près de sites conchylicoles depuis le nord de la Bretagne jusqu'à la Méditerranée (Morlaix, Brest, Quiberon, Oléron, Arcachon, Sète). Dans chaque zone, deux sondes sont installées : l'une près de la côte et l'autre plus au large pour observer les différences de pH.

« C'est le premier réseau de suivi de l'acidification des eaux côtières et conchylicoles en France, se réjouit **Frédéric Gazeau**, chercheur au CNRS au Laboratoire d'océanographie de Villefranche (CNRS/Sorbonne Université), également coordinateur scientifique du projet CocoriCO2. Grâce à de précédentes mesures, nous savons que le milieu côtier est plus vulnérable à l'acidification. Son pH est beaucoup moins stable qu'au large : il varie au fil des saisons (de 7,8 à 8,1) et de la journée. Et pourtant les modèles climatiques actuels sont fondés sur des mesures de pH effectuées au large. Il est donc essentiel de suivre le pH des sites conchylicoles afin d'évaluer leur vulnérabilité vis-à-vis de l'acidification et d'établir des projections réalistes. »

Grâce aux séries de données de pH haute-fréquence récoltées, les scientifiques connaîtront l'évolution de la composition chimique des eaux côtières et notamment leurs taux d'aragonite, un minéral indispensable pour la formation de la coquille des mollusques.

Tester les conditions de scénarios du GIEC sur plusieurs générations

Deux stations expérimentales ont été installées à Porscave (29) au sein du centre technique conchylicole du CRC Bretagne-Nord, et en Méditerranée à Mèze (34).

Dans ces deux bassins, des huîtres creuses, des huîtres plates et des moules sont maintenues dans des conditions de température et pH prévues en Atlantique et Méditerranée pour 2050, 2075 et 2100 par le GIEC. Le cycle des marées est reproduit et le phytoplancton pour alimenter les animaux provient du milieu naturel, ce qui permet d'être proche de la réalité.

L'objectif est ici d'analyser pendant 3 ans la croissance, la survie, la physiologie, la qualité des coquilles et la valeur nutritionnelle des coquillages.

« Ces expériences à long terme permettront d'évaluer les capacités d'acclimatation et d'adaptation des bivalves au fil des générations et de fournir un aperçu clair de l'avenir de ces espèces et de leur exploitation, des résultats cruciaux pour l'avenir de nos professions». **Philippe Le Gal**, président du CNC

Des pistes de solutions

Au cours du projet, des enquêtes seront menées auprès des conchyliculteurs afin d'évaluer leur perception du risque lié à l'acidification. En parallèle, plusieurs pistes de solutions pour réguler le pH seront testées en laboratoire puis en conditions réelles dans des sites conchylicoles. L'utilisation de macro-algues communément trouvées sur l'estran et de produits issus de déchets coquillés pourraient contribuer à rendre le milieu plus alcalin (basique) et remédier localement à l'acidification océanique.

DOCUMENT 3 Extrait du site internet lelivrescolaire.fr « L'océan : un exemple de réservoir de carbone ».

L'océan : un exemple de réservoir de carbone

Le CO2 atmosphérique dissous dans les océans de surface forme du carbone inorganique dissous (CID), qui peut être entraîné vers l'océan profond par la circulation océanique. Certains organismes planctoniques possèdent une coquille calcaire, ingèrent ou produisent du carbone. À leur mort, ils coulent et emportent du carbone organique et du carbonate de calcium (CaCO3) vers l'océan profond. Une partie durins et participe à la sédimentation carbonatée. Seulement 1 % du carbone organique produit en surface est enfoui dans les sédiments, les 99 % restants remontent, sont dissous ou bien sont utilisés dans la respiration des bactéries des fonds marins.

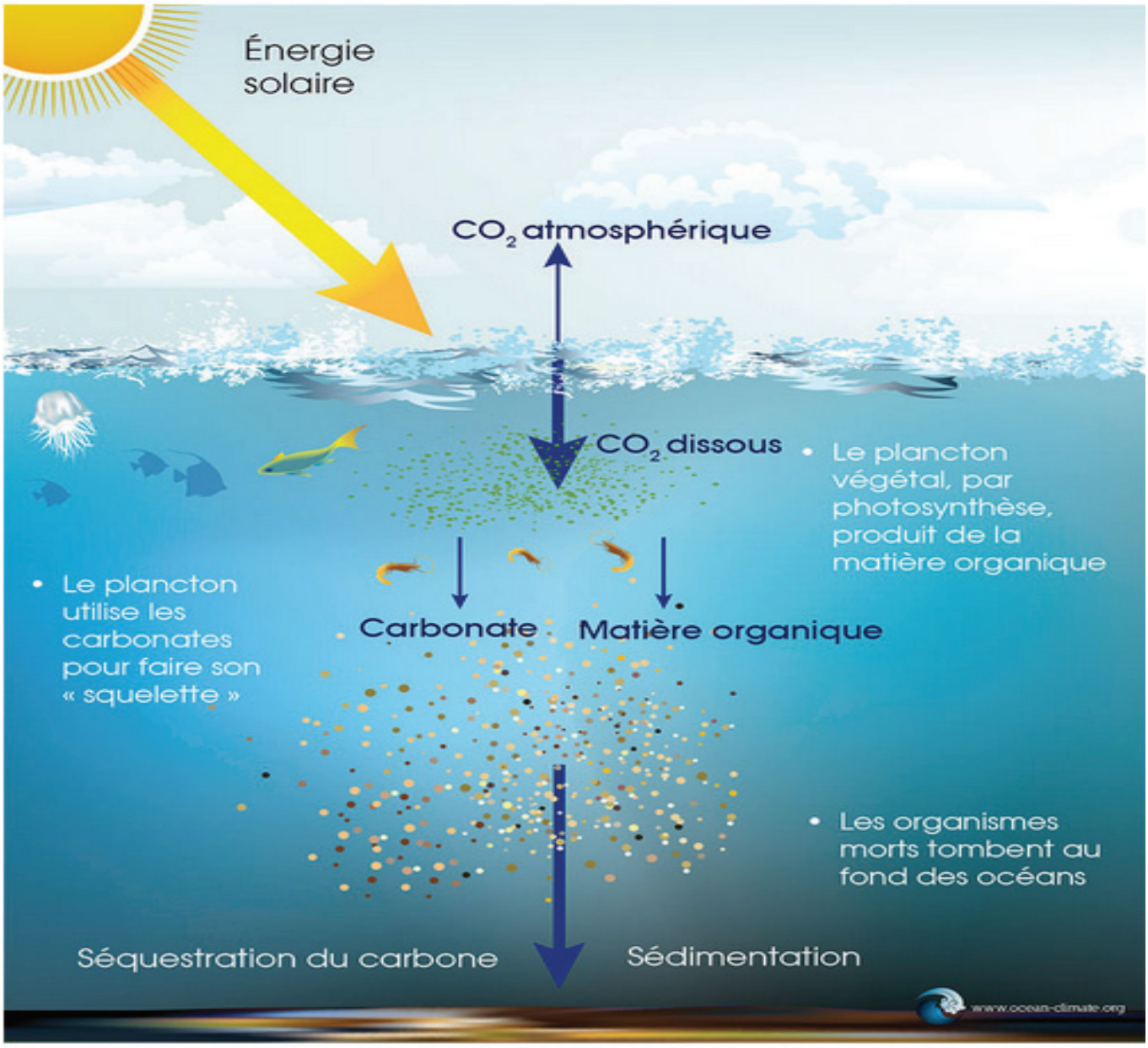
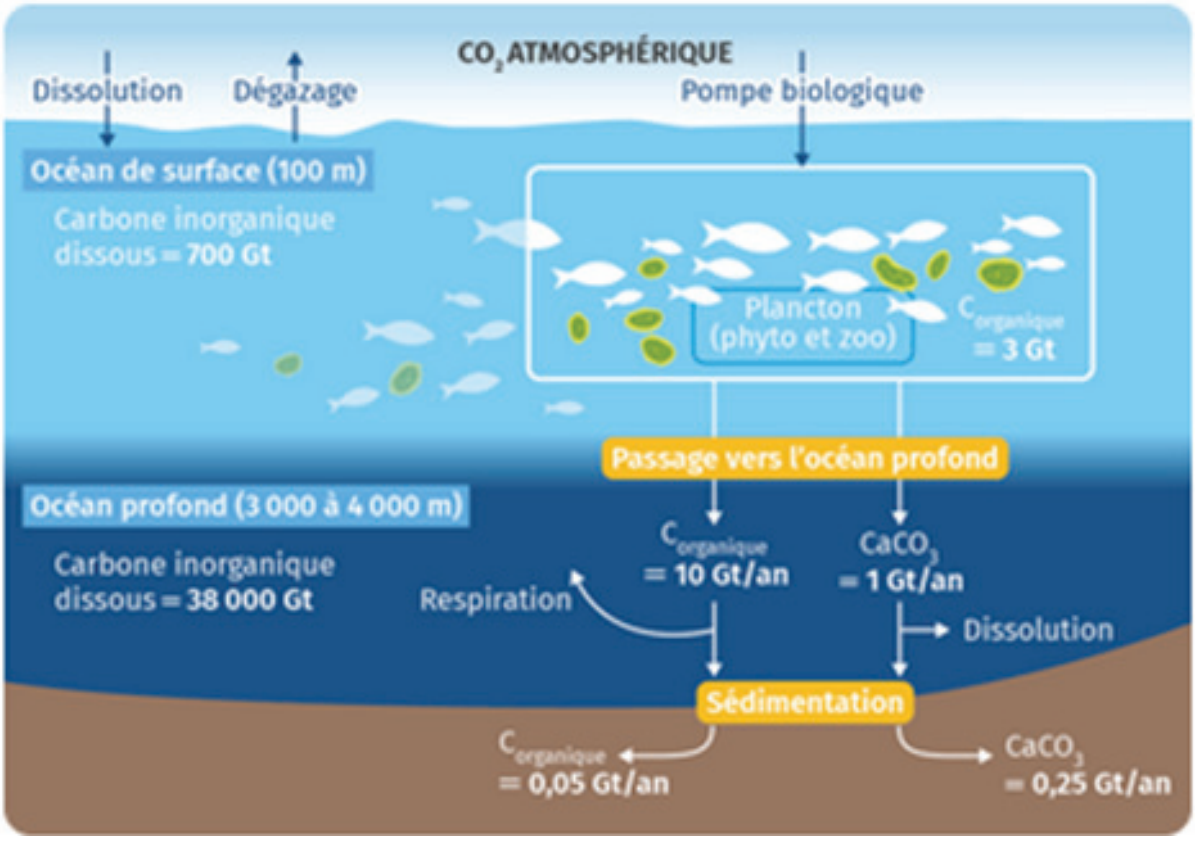
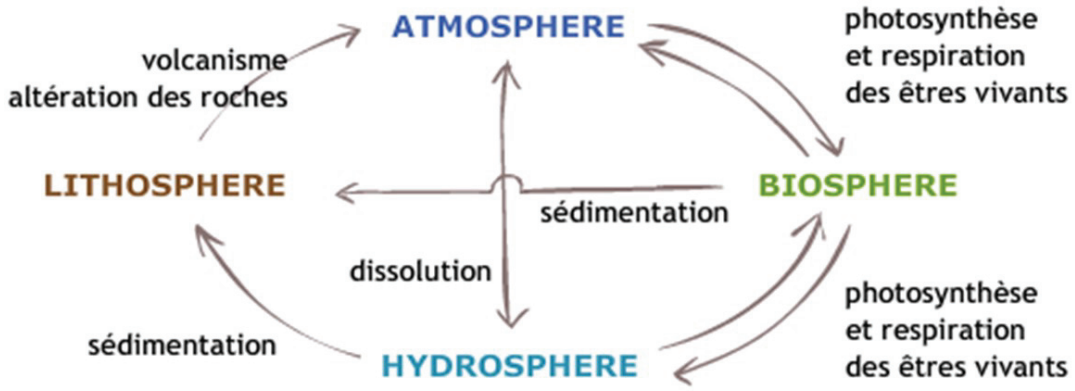


Schéma de la pompe biologique à carbone





Source : maxicours.com

DOCUMENT 4 Extrait du site internet nationalgeographic.fr

Les coraux, fortement menacés par le changement climatique, auraient trouvé un moyen de subsistance, selon une récente étude.

Rarement visités, les récifs au large de l'Arabie saoudite, dans le nord de la mer rouge, sont parmi les plus intacts de la région. Le soleil plonge en profondeur dans les eaux claires, où le corail s'épanouit le long de ces côtes balayées par les vagues.

Le changement climatique ne concerne pas seulement le réchauffement de notre planète et la fonte des glaciers. Le dioxyde de carbone produit par l'activité humaine entre dans l'atmosphère et se dissout dans les océans, augmentant lentement leur acidité au fil du temps. Ce qui représente une véritable menace pour les coraux.

Les coraux ont beau ressembler à des roches immobiles, ces forteresses naturelles abritent des animaux au corps mou. Ces créatures – les polypes de corail – construisent leurs récifs de carbonate de calcium en utilisant des ions de carbonate qui composent l'eau environnante. Mais quand les niveaux de pH de l'eau baissent, ces ions s'épuisent et les coraux viennent à manquer de leur mortier chimique.

Résultat, l'eau devenue acide empêche les coraux de construire de nouveaux refuges.

Si le niveau de dioxyde de carbone présent dans les océans venait à doubler, les scientifiques prévoient une baisse du nombre de récifs de près de 80 %. S'ils ne peuvent pas se reconstruire assez rapidement pour s'adapter aux processus naturels de décomposition et d'érosion, les récifs commenceront à disparaître.

Deux chercheurs de l'Institut inter-universitaire des sciences de la mer en Israël, ont découvert une solution intermédiaire à cet état de fait. Ils ont fait pousser des fragments de deux espèces de coraux européens ; l'une dans des conditions méditerranéennes normales, et l'autre dans une eau légèrement plus acide, d'à peine 0,7 unité de pH.

Ceux qui ont passé un mois dans le réservoir acide ont été rapidement transformés. Le squelette s'est dissous et la colonie s'est désolidarisée. Les polypes exposés et isolés, semblables à de petites anémones de mer, restaient accrochés aux surfaces rocheuses.

Même sans leurs squelettes protecteurs, ils ont survécu pendant plus d'un an et semblaient continuer à vivre quasi normalement. Ils prospéraient, se reproduisaient normalement et conservaient les algues symbiotiques qui leur permettaient de produire de l'énergie grâce à la photosynthèse. Et quand ils ont été réintroduits dans un environnement normal, ils ont facilement abandonné leur indépendance et ont reformé à la fois les colonies et les coquilles dures.

Ces découvertes suggèrent que les coraux pourraient être en mesure de survivre aux changements climatiques à venir en suivant l'exemple des polypes qui sont parvenus à vivre sans structures rocheuses. Et si l'on en croit les analyses de fossiles de récifs coralliens, les polypes ont déjà eu recours à cette ruse pour subsister.

Si cette découverte est source d'espoir, elle ne doit pas être tenue pour acquise. Même si les coraux eux-mêmes peuvent survivre sous un autre aspect, la grande diversité des espèces qui en dépendent sont condamnées à disparaître si les récifs déclinent.

DOCUMENT 5 Extrait du site du GIEC

L'acidification des océans, un phénomène mondial urgent et croissant, a fait l'objet de multiples études, dont celle du GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur le climat). En plus de l'augmentation des différentes surfaces océaniques mondiales, la recherche montre que la concentration de l'acidité dans les étendues d'eaux de la planète constitue un changement climatique alarmant lié à la pollution. Explorez les découvertes majeures, les implications environnementales, économiques et sociétales, ainsi que les mesures d'atténuation préconisées.

Les Causes de l'Acidification

L'acidification des océans est principalement induite par l'absorption du dioxyde de carbone (CO_2) émis dans l'atmosphère. Lorsque le CO_2 est dissout dans l'eau de mer, il forme de l'acide carbonique, abaissant ainsi le pH des océans et augmentant leur acidité. La coquille atmosphérique contribue largement à cet effet qui acidifie l'océan.

- **Combustibles Fossiles** : La combustion des combustibles fossiles est l'une des principales sources d'émissions de CO_2, contribuant significativement à l'acidification marine.
- **Déforestation** : Les activités telles que la déforestation réduit la capacité de la Terre à séquestrer le CO_2, augmentant ainsi la quantité qui se retrouve dans l'atmosphère et ultérieurement dans les océans.
- **Industrie** : Les émissions industrielles, particulièrement dans les secteurs lourds comme l'acier et le ciment, jouent également un rôle notable dans ce phénomène.

Conséquences sur la Biodiversité Marine et les Écosystèmes

L'acidification impacte drastiquement la biodiversité marine, affectant divers organismes et les écosystèmes qu'ils habitent.

- **Organismes Calcaires :** Les créatures marines telles que les coraux, les mollusques, et certains phytoplanctons, qui dépendent de la formation de carbonate de calcium pour leurs squelettes et coquilles, sont particulièrement vulnérables.
- **Chaînes Alimentaires :** Les perturbations des espèces de base, comme le phytoplancton, ont des répercussions en cascade sur la chaîne alimentaire marine, affectant prédateurs et proies.
- **Habitats Marins :** La détérioration des récifs coralliens et autres habitats calcaires crée des répercussions pour les espèces qui en dépendent pour la reproduction, l'alimentation, et la protection.

Répercussions socio-économiques

L'acidification des océans n'est pas seulement un enjeu environnemental, mais également socio-économique, impactant les communautés et les économies mondiales. La planète connaît, depuis plusieurs années, un changement radical de son climat, la hausse de la température mondiale est tout autant problématique.

- **Pêcheries** : La diminution des populations de poissons et d'autres organismes impacte négativement les pêcheries, diminuant les prises et augmentant les coûts.
- **Sécurité Alimentaire** : Les communautés qui dépendent de la mer pour leur alimentation font face à des risques de sécurité alimentaire en raison de la baisse des populations de poissons.
- **Tourisme** : Les secteurs dépendant du tourisme, particulièrement ceux centrés autour des récifs coralliens, sont également touchés par la dégradation des écosystèmes marins.

Les stratégies de réduction du dioxyde de carbone visent à limiter les conséquences futures de l'acidification des océans. Ces stratégies englobent diverses approches et secteurs.

- **Énergies Renouvelables** : Promouvoir et adopter des énergies renouvelables comme le solaire, l'éolien et l'hydroélectrique pour diminuer la dépendance aux combustibles fossiles.
- **Économie Circulaire** : Développer et adopter des modèles économiques qui minimisent le gaspillage et maximisent la réutilisation et le recyclage des ressources.
- **Transports Verts** : Accroître l'utilisation de modes de transport à faibles émissions de carbone ou neutres en carbone, tels que les véhicules électriques et les transports en commun alimentés par des énergies renouvelables.

L'adaptation des pratiques de pêche et d'aquaculture est cruciale pour minimiser l'impact de l'acidification sur ces secteurs et assurer leur durabilité.

- **Pêcheries Durables** : Implanter des pratiques de pêche qui soutiennent la régénération des stocks de poissons et minimisent l'impact sur les écosystèmes marins.
- **Aquaculture Résiliente** : Développer des systèmes d'aquaculture qui sont résistants aux changements dans la chimie des océans et qui minimisent les impacts environnementaux.
- **Diversification** : Encourager la diversification des espèces cultivées et pêchées pour réduire la dépendance à des espèces potentiellement vulnérables à l'acidification.

La Conservation et la Restauration des Écosystèmes Marins

La conservation et la restauration des environnements présents dans l'océan sont vitales pour maintenir la biodiversité et les services écosystémiques, et pour augmenter la résilience des océans face à l'acidification.

- **Aires Marines Protégées (AMP)** : Établir et gérer efficacement des AMP pour sauvegarder la biodiversité et offrir des refuges où les organismes peuvent prospérer.
- **Restauration des Récifs :** Implémenter des projets de restauration des récifs coralliens et d'autres habitats essentiels pour renforcer la santé des écosystèmes marins.
- **Stratégies de Conservation :** Développer et appliquer des stratégies de conservation spécifiques pour les espèces et les habitats qui sont particulièrement vulnérables à l'acidification des océans.

Questions à réponses courtes

Consigne pour rédiger vos réponses :

Le numéro de chaque QRC à laquelle vous répondez doit être indiqué au début de votre réponse, sous la forme « QRC n° … ». La réponse à la question doit être rédigée à la suite de votre cas pratique, dans la même feuille de composition.

QRC 1

Qu'est-ce que le classement sanitaire des zones de production ? Quelles sont les obligations de mise sur le marché des coquillages vivants ? (15 lignes)

QRC 2

Définir ce qu'est le classement des navires de plaisance marqués « CE » (10 lignes)

QRC 3

Qu'est-ce que le comité national de la conchyliculture ? Qu'est-ce qu'un comité régional de la conchyliculture ? (15 lignes)

QRC 4

Quels sont les avantages et les inconvénients d'une installation d'éolienne en mer ? (15 lignes)