

Source : Charles Pierce



Étudier le changement climatique dans le contexte océanien

Guide pédagogique pour les enseignants du Pacifique

Vanuatu



Étudier le changement climatique dans le contexte océanien

Guide pédagogique pour les enseignants du Pacifique

Vanuatu

Une publication de

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
et de la Communauté du Pacifique (CPS)

Programme « Faire face au changement climatique en Océanie »

Communauté du Pacifique (CPS)
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
2016

© Communauté du Pacifique (CPS)
et Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2016

Tous droits réservés de reproduction ou de traduction à des fins commerciales/lucratives, sous quelque forme que ce soit. La Communauté du Pacifique et l'Agence de coopération internationale autorisent la reproduction ou la traduction partielles de ce document à des fins scientifiques ou éducatives ou pour les besoins de la recherche, à condition qu'il soit fait mention de la CPS, du GIZ, et de la source. L'autorisation de la reproduction et/ou de la traduction intégrale ou partielle de ce document, sous quelque forme que ce soit, à des fins commerciales/lucratives ou à titre gratuit, doit être sollicitée au préalable par écrit. Il est interdit de modifier ou de publier séparément des graphismes originaux de la CPS et du GIZ sans autorisation préalable.

Texte original : anglais

Communauté du Pacifique, catalogage avant publication (CIP)

Étudier le changement climatique dans le contexte océanien : Guide pédagogique pour les enseignants du Pacifique - Vanuatu / Une publication de la Communauté du Pacifique (CPS) et Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)

1. Climatic changes — Oceania.
2. Environment — Management — Oceania.
3. Climatic changes — Management — Oceania.

I. Titre II. Communauté du Pacifique III. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

577.22

AACR2

ISBN : 978-982-00-0981-3

Cette publication a été réalisée grâce au financement du Programme australien des sciences du changement climatique et de la planification de l'adaptation dans le Pacifique du gouvernement australien, du programme « Faire face au changement climatique en Océanie » de la CPS et de la GIZ, au nom du ministère allemand de la coopération et du développement économique (BMZ) et du programme de cartographie de la végétation et de l'occupation des sols et d'amélioration de la sécurité alimentaire à des fins de renforcement de la capacité d'adaptation des populations océaniques au changement climatique, financé par l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) et la CPS.

Auteurs : Jipe Lebars, CPS; Hanna Sabass, programme « Faire face au changement climatique en Océanie » (CPS/GIZ) ; Carol Young, Université d'Auckland.

Édition, mise en page, impression et distribution : Frances Pene, Muriel Borderie et Duane Sutton – Section Publications de la CPS.

Communauté du Pacifique
BP D5
98 848 Nouméa Cedex
Nouvelle-Calédonie
Tél. : +687 26 20 00
Télécopieur : +687 26 38 18
spc@spc.int
www.spc.int

SPC/GIZ Coping with Climate Change in the Pacific Island Region
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
P.O. Box 14041
Suva, Fiji
Tél. : + 679 330 983 ;
Télécopieur : + 670 331 446

Table des matières

Remerciements.....	vi
Introduction.....	1
Utilisation du guide.....	3
Liens avec le programme scolaire vanuatais.....	4
Liens du programme scolaire avec les images.....	5
Présentation du sujet.....	6
Stratégies d'enseignement et d'apprentissage : la boîte aux lettres, la disparition des îles, la grille coopérative, les arêtes.....	6
Images, objectifs pédagogiques, informations générales, activités d'enseignement et d'apprentissage (voir tableau ci-dessous)	
L'enroulement de définitions.....	87
Glossaire.....	88
Références bibliographiques.....	95

Image	Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Informations générales	Activités d'enseignement et d'apprentissage	Page
Image 1 Pasifika	... reconnaître sur l'image des caractéristiques de leur pays ; ... identifier les risques éventuels liés au changement climatique et les pratiques non durables.		Questions d'orientation pour interpréter l'image Imaginer l'avenir	10
Image 2 Le cycle hydrologique	... décrire les processus d'évaporation, de condensation et de précipitations ; ... décrire le rôle du soleil dans le cycle hydrologique ; ... compléter la légende d'un schéma sur le cycle hydrologique	Le cycle hydrologique	Discussion sur le lien fondamental entre l'eau et la vie Le cycle hydrologique – Une activité d'apprentissage expérientiel Dictée d'images sur le cycle hydrologique Chanson sur le cycle hydrologique Enquête sur l'évaporation Enquête : que devient l'eau lorsqu'elle est chauffée ? Enquête : Quelle incidence peut avoir la fonte de blocs de glace flottants sur le niveau de la mer ?	11
Image 3 Le climat dans la région océanienne	... différencier entre le temps et le climat; ... décrire en langue traditionnelle le climat de leur pays ; ... faire le lien entre les changements saisonniers dans leur pays, et les cultures et les récoltes	Temps et climat Le climat océanien à grande échelle Les caractéristiques climatiques dans les pays sélectionnés : pression atmosphérique, vents, alizés, Zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS), Zone de convergence intertropicale (ZCIT) et convergence La terminologie locale Le climat de Vanuatu	Questions d'orientation pour interpréter l'image Saisons à Vanuatu Précipitations et montagnes Grille de jeu de rôle	20

<p>Image 4</p> <p>Le climat à l'échelon mondial</p>	<p>... indiquer correctement les zones climatiques sur un schéma du globe terrestre ;</p> <p>... établir un rapport entre les fourchettes de températures sur terre et l'angle d'incidence des rayons solaires</p>	<p>Les zones climatiques</p>	<p>Questions d'orientation pour interpréter l'image</p> <p>Comment le soleil réchauffe-t-il la surface de la Terre ? Zones climatiques</p> <p>Autre activité sur les zones climatiques</p> <p>Étude pratique : Qu'est-ce que la pression atmosphérique ?</p>	<p>26</p>
<p>Image 5</p> <p>Le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO) et la variabilité climatique</p>	<p>... décrire les régimes météorologiques prévus dans leur pays pendant les périodes El Niño et La Niña ;</p> <p>... établir un rapport entre ces régimes météorologiques et les changements de vitesse et de direction des vents</p>	<p>La variabilité climatique et le changement climatique</p> <p>El Niño et La Niña</p>	<p>Questions d'orientation pour interpréter l'image</p> <p>Comment reproduire le phénomène El Niño ?</p>	<p>31</p>
<p>Image 6</p> <p>Les causes du changement climatique</p>	<p>... nommer les principaux gaz à effet de serre (GES) ;</p> <p>... décrire des causes majeures du changement climatique ;</p> <p>... expliquer la raison pour laquelle on emploie le terme « serre »</p>	<p>L'effet de serre</p> <p>Les principaux gaz à effet de serre</p> <p>Le réchauffement climatique et le changement climatique</p>	<p>Questions d'orientation pour interpréter l'image</p> <p>Comment le soleil réchauffe-t-il la Terre ?</p>	<p>36</p>
<p>Image 7</p> <p>Les liens d'interdépendance</p>	<p>... identifier certains liens d'interdépendance entre terre et mer ;</p> <p>... identifier certaines incidences possibles du changement climatique et des pratiques non durables sur ces liens d'interdépendance ;</p> <p>... identifier certaines incidences possibles du changement climatique et des pratiques non durables sur les émissions de carbone.</p>	<p>Vulnérabilité et résilience</p> <p>Les changements côtiers et l'élévation du niveau de la mer</p> <p>L'acidification des océans et le blanchissement des coraux</p> <p>Les puits de carbone</p> <p>La séquestration du carbone</p> <p>L'intrusion d'eau salée</p> <p>Le cycle du carbone et la photosynthèse</p>	<p>Questions d'orientation pour interpréter l'image</p> <p>Exercice sur l'acidification des océans</p> <p>Construis un arbre</p> <p>Quelles sont les caractéristiques de l'eau de mer ?</p> <p>Quelles sont les différences de comportement entre l'eau chaude et l'eau froide ?</p>	<p>42</p>
<p>Image 8</p> <p>L'évolution du climat à Vanuatu</p>	<p>... décrire les changements climatiques observés et prévus à Vanuatu ;</p> <p>... décrire certaines conséquences possibles du changement climatique à Vanuatu ;</p>	<p>Les changements climatiques à Vanuatu</p> <p>Les projections climatiques pour Vanuatu</p>	<p>Questions d'orientation pour interpréter les données climatiques</p> <p>Faire correspondre les légendes à chaque illustration</p> <p>La trame de la vie et de la durabilité</p>	<p>50</p>
<p>Image 9</p> <p>Pasifika, après le passage d'un cyclone ou d'une violente tempête</p>	<p>... identifier les conséquences probables d'un cyclone ou d'une forte tempête ;</p> <p>... identifier les risques éventuels au sein de leur communauté ;</p> <p>... identifier des mesures de prévention que pourrait prendre leur communauté pour limiter les dégâts.</p>	<p>Les conséquences à court et à plus long terme</p> <p>Qu'est-ce qu'un cyclone tropical ?</p> <p>Les degrés d'intensité des cyclones</p> <p>Les alertes aux cyclones et aux tempêtes</p> <p>Se préparer à affronter un cyclone ou une violente tempête</p> <p>Assurer sa sécurité dans la mesure du possible</p> <p>Après la tempête</p> <p>Attention à l'œil du cyclone</p>	<p>Interprétation de l'image et discussion</p> <p>Schémas en Y</p> <p>Activité de séquençage</p>	<p>54</p>
<p>Image 10</p> <p>Pasifika, durant un épisode de sécheresse</p>	<p>... identifier les conséquences probables d'un épisode de sécheresse ;</p> <p>... identifier les risques éventuels au sein de leur communauté ;</p> <p>... identifier des mesures de prévention que pourrait prendre leur communauté pour limiter les dégâts.</p>	<p>La sécheresse</p> <p>Comment se préparer à un épisode de sécheresse ?</p>	<p>Questions d'orientation pour interpréter l'image</p> <p>La roue des causes et conséquences</p>	<p>58</p>

<p>Image 11</p> <p>Les mesures d'atténuation et d'adaptation</p>	<p>... différencier les mesures d'adaptation au changement climatique et les mesures d'atténuation de ses effets ;</p> <p>... travailler en groupe pour élaborer une mesure d'adaptation qu'il serait possible de mettre en œuvre ;</p> <p>... mettre en œuvre une mesure d'adaptation, soit par groupe, soit individuellement.</p>	<p>L'adaptation</p> <p>L'atténuation des émissions</p>	<p>Discussion basée sur l'interprétation de l'image</p> <p>Planifier une action</p>	<p>61</p>
<p>Image 12</p> <p>L'horticulture et l'élevage du bétail</p>	<p>... identifier un large éventail de pratiques agricoles et horticoles durables ;</p> <p>... choisir l'une de ces pratiques et en faire une explication détaillée.</p>	<p>L'horticulture et l'élevage du bétail dans la région océanienne</p> <p>Quelles sont les conséquences du changement climatique sur l'horticulture et l'élevage du bétail ?</p> <p>Exemples de mesures d'adaptation et d'atténuation des émissions en cours d'élaboration dans les pays océaniens</p>	<p>Discussion et interprétation de l'image</p> <p>« Groupe de base/groupe d'experts »</p> <p>Jardin à l'école</p>	<p>65</p>
<p>Image 13</p> <p>La foresterie et l'agroforesterie</p>	<p>... identifier diverses pratiques forestières durables ;</p> <p>... choisir l'une de ces pratiques et en faire une explication détaillée.</p>	<p>Les forêts et la biodiversité</p> <p>Dans quelle mesure les forêts permettent-elles de réduire les émissions de CO₂ dans la région océanienne ?</p> <p>La réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts</p> <p>Les forêts et la production alimentaire</p> <p>Les espèces généralement cultivées dans le cadre des systèmes agroforestiers</p> <p>Quelles sont les conséquences du changement climatique sur les forêts ?</p> <p>Exemples de mesures d'adaptation et d'atténuation des émissions en cours d'élaboration dans les pays océaniens</p>	<p>Questions d'orientation pour interpréter l'image et discussion</p> <p>« Groupe de base/groupe d'experts »</p> <p>Identifier et planter des essences d'arbres, des arbustes et/ou des plantes herbacées</p>	<p>69</p>
<p>Image 14</p> <p>La pêche</p>	<p>... identifier diverses pratiques de pêche durables ;</p> <p>... choisir l'une de ces pratiques et en faire une explication détaillée ;</p> <p>... parmi les pratiques de pêche non durables, en choisir une et expliquer en quoi elle n'est pas durable.</p>	<p>Qu'entend-on par « produits de la mer » ?</p> <p>Les mangroves et les récifs coralliens</p> <p>La pisciculture</p> <p>Coupe longitudinale du littoral d'une île haute</p> <p>Les formes de vie marine</p> <p>Les habitats marins</p> <p>Les effets du changement climatique</p> <p>Exemples de mesures d'adaptation et d'atténuation des émissions en cours d'élaboration dans les pays océaniens</p>	<p>Questions sur la pêche et les produits de la mer, et interprétation de l'image.</p> <p>« Groupe de base/groupe d'experts »</p> <p>Qui suis-je ?</p> <p>Un poisson, deux poissons, poissons rouges, peu de poissons</p> <p>Découverte des espèces marines</p> <p>Activités sur les zones protégées.</p>	<p>73</p>
<p>Image 15</p> <p>La ville</p>	<p>... identifier diverses pratiques durables mises en œuvre dans un environnement urbain ;</p> <p>... choisir l'une de ces pratiques et en faire une explication détaillée ;</p> <p>... parmi les pratiques non durables, en choisir une et expliquer en quoi elle n'est pas durable.</p>	<p>Les villes</p> <p>Les effets du changement climatique sur les villes</p> <p>Exemples de mesures d'adaptation et d'atténuation des émissions en cours d'élaboration dans les pays océaniens</p>	<p>Interprétation de l'image et discussion</p> <p>Recherche d'articles</p> <p>Durée de vie des déchets dans la nature</p>	<p>81</p>
<p>Image 16</p> <p>Pasifika après la mise en œuvre de mesures d'adaptation</p>	<p>... identifier diverses pratiques durables ;</p> <p>... choisir l'une de ces pratiques et en faire une explication détaillée.</p>		<p>Interprétation de l'image et discussion</p> <p>Stratégie RIQ</p>	<p>85</p>

Remerciements

La Communauté du Pacifique (CPS) et Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) souhaitent reconnaître le travail des personnes et des institutions suivantes :

Auteurs : Jipé Le-Bars, CPS ; Hanna Sabass, programme « Faire face au changement climatique en Océanie » (CPS/GIZ) ; Carol Young, Université d'Auckland.

Collaborateurs : Saula Baleikabaj, pédagogue, Fidji ; Eileen Fonua, Institut des sciences de l'éducation de l'Université du Pacifique Sud ; Charles Pierce, Institut de formation des maîtres de Vanuatu ; Ane Teiaua, Centre de formation des enseignants de Kiribati ; Duane Leewai, graphiste.

Réviseurs des Fidji : Pene Aropi, ministère de l'Éducation ; Raj Chand, ministère de l'Éducation ; Nemani Dianimoto, ministère de l'Éducation ; Keleto Kadi, ministère des Pêches et des Forêts ; Manasa Katonivualiku, ministère des Affaires étrangères et de la Coopération internationale ; Jiuta Korovulavula, Fondation internationale des peuples du Pacifique Sud (FSPI) ; Josefa Lalabalavu, Live and Learn Environmental Education (éducation à l'environnement Live and Learn) ; Dr Francis Mani, Université nationale des Fidji ; Metuisela Mua, conseiller en traduction ; Miriama Namosimalua, ministère de l'Éducation ; Alisi Pulini, ministère des Affaires étrangères et de la Coopération internationale ; Sera Rokolekai, ministère de l'Éducation ; Maikeli Savena, ministère de l'Éducation ; Elena Seninawanawa, ministère de l'Éducation ; Cedric Serni, expert en éducation environnementale ; Simione Sevudredre, Institut de la langue et de la culture iTaukei ; Luisa Sigawale, ministère de l'Éducation ; Anasa Tawake, ministère des Affaires iTaukei ; Viliame Tikotani, ministère de l'Information ; Alumeci Tuisawau, ministère de l'Éducation ; Mikaele Vakasilimiratu, ministère de l'Éducation ; Lanietia Veibataki, ministère de l'Éducation ; Temalesi Waqainabete, Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) ; Kelera Yalidole, ministère de l'Éducation ; école primaire centrale de Lautoka, école Lovu Sangam de Lautoka ; école anglicane Holy Trinity ; école du district de Nakelo District

Réviseurs de Kiribati : Riibeta Abeta, ministère de l'Environnement, des Terres et du Développement de l'agriculture ; Nautonga Anterea, ministère de l'Environnement, des Terres et du Développement de l'agriculture ; Karibanang Aram, ministère du Développement des pêches et des ressources marines ; Ioketan Binataake, ministère de l'Éducation ; Bibiana Bureimoa, ministère de l'Éducation ; Tebete England, ministère du Développement des pêches et des ressources marines ; Teeta Kabiriera, ministère de l'Éducation ; Meronga Taru, ministère de l'Éducation ; Tebikau Tibwe, ministère de la Santé et des Services médicaux ; Katarina Tofinga, Chambre de Commerce et d'Industrie de Kiribati ; Ueneta Toorua, services météorologiques de Kiribati ; collègue de Kiritimati.

Réviseurs du Samoa : Fai Falefata, école primaire d'Apia ; Faamau Leaso, ministère de l'Éducation, de la Culture et des Sports ; Sitivenisone Lelei, école primaire d'Apia ; Maaloalomaivao loetu, école primaire d'Apia ; Tamasoalii Saivaise, ministère de l'Éducation, de la Culture et des Sports ; Tuiolo Schuster, ministère des Ressources naturelles et de l'Environnement ; Savelio Ifopo, ministère de l'Éducation, de la Culture et des Sports.

Révisseurs des Tonga : Emalile Latu, ministère de l'Éducation et de la Formation ; Siasoi Fifita, collège de Kolovai; Losena Filihia, collège de Kolovai; Talahiva Fine, ministère de l'Éducation et de la Formation ; Penisimani Soakimi, collège de Talafo'ou; Heuifanga Soakimi, collège de Talafo'ou; Tali Vakalahi, Institut de technologie des Tonga ; collège de Kolovai ; collège de Talafo'ou ; Institut de technologie des Tonga.

Révisseurs de Vanuatu : Bani William Arudovo, Université du Pacifique Sud ; Emmanuel Aru, ministère de l'Éducation ; Jessynta Bule, Vila East School; Bryan Forau, Central School; Misael Garae, Save the Children; Serah Henry, Central School; Andrea Hinge, Institut de formation des maîtres de Vanuatu ; Jimmy John, Mele Maat School; Peter Kaiar, Vila East School; Peter Kalmos, service du développement rural de Vanuatu ; Virana Lini, ministère de l'Éducation ; Alexandrine Luan, Freswota School; Cindy Mala, Freswota School; Philip Malsale, Département de météorologie et des risques géologiques du Vanuatu ; James Melteres, ministère de l'Éducation ; Jack Morris, Kawenu School; Kylie Mullins, Département de météorologie et des risques géologiques du Vanuatu ; Adelyn Nelson, Agence de développement et de secours adventiste ; Florence Olul, Mele Maat School; Anne Pakoa, Coalition pour une politique en faveur de l'éducation à Vanuatu (Vanuatu Education Policy Advocacy Coalition) ; Robert Reggie, Province de Shéfa ; François Sakama, Freswota School; Pamina Tari, Kawenu School; Josiane Vira, Live and Learn Environmental Education (éducation à l'environnement Live and Learn); Daniel Cobboge Vorbach, Croix-Rouge ; Mark Vurobaravu, ministère de l'Agriculture et du Développement rural.

Développement conceptuel et révision (région océanienne) : Ethan Allen, Ressources océaniques en faveur de l'éducation et de l'apprentissage (Pacific Resources for Education and Learning) ; Dr Christopher Bartlett, Projet CPS/GIZ « Faire face au changement climatique en Océanie » ; Dr Johann Bell, CPS ; Lindsay Chapman, CPS; Dr Helene Jacot des Combes, Centre océanien pour l'environnement et le développement durable de l'Université du Pacifique Sud ; Brian Dawson, CPS ; Seema Deo, Programme régional océanien de l'environnement (PROE) ; Dr Rachel Dempsey, PROE/Projet CPS/GIZ « Faire face au changement climatique en Océanie » ; Dr Seu'ula Johansson Fua, IOE, Université du Pacifique Sud ; Christine Fung, Projet CPS/GIZ « Faire face au changement climatique en Océanie » ; Dr Wulf Killmann, Projet CPS/GIZ « Faire face au changement climatique en Océanie » ; Peniamina Leavai, PROE ; Rebecca McNaught, Centre Croix-Rouge/Croissant-Rouge sur le changement climatique ; Dr Brad Murphy, Bureau météorologique ; Jill Rischbieth, Centre australien pour la recherche scientifique et industrielle ; Katerina Syngellakis, Projet CPS/GIZ « Faire face au changement climatique en Océanie » ; Apenisa Tamani, Projet CPS/GIZ « Faire face au changement climatique en Océanie » ; Dr Susan Vize, UNESCO ; Dr Arthur Webb, Division Géoscience et Technologies appliquées de la CPS ; Purdey Wong, Programme australien des sciences du changement climatique et de la planification de l'adaptation dans le Pacifique.

Édition, mise en page, impression et distribution : Frances Pene, Muriel Borderie et Duane Sutton, Section Publications de la CPS.

Introduction

Fondements

De nombreux outils pédagogiques sur le changement climatique abordent essentiellement les causes de ce phénomène et les mesures d'atténuation de ses effets, en s'intéressant principalement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il existe actuellement très peu de ressources pédagogiques traitant spécifiquement des mesures d'adaptation au changement climatique dans la région océanienne. Ce support pédagogique traite des effets des changements de température dans l'air et de la mer en surface, du régime des précipitations, du niveau de la mer et des phénomènes météorologiques extrêmes sur le milieu insulaire océanien, l'économie et la population. Il est essentiel de renforcer les compétences des individus et des communautés pour favoriser leur adaptation à ces différents changements : en d'autres termes, il s'agit de réduire les risques liés au changement climatique tout en optimisant les avantages qui peuvent en découler.

Le présent guide explore également des moyens de réduire les émissions de gaz à effet de serre à l'échelon local. Il appartient à chacun d'entre nous de participer à cet effort, et ce à l'échelon mondial.

Au cours des dix dernières années, la somme des connaissances spécialisées relatives à la vulnérabilité des pays insulaires océaniques face aux effets du changement climatique se sont enrichies, notamment en ce qui concerne les conséquences du réchauffement de la planète sur un certain nombre de secteurs (agriculture, élevage, pêches, eau et assainissement, foresterie, santé, infrastructures, par exemple), mais aussi sur les communautés et différents groupes sociaux (les femmes, les hommes, les enfants, les personnes âgées, les personnes handicapées, par exemple) et sur la culture océanienne.

Objectif

L'objectif de ce guide est de transmettre les principaux messages prioritaires et spécifiques à chaque pays sur les sciences du changement climatique, les effets dans la région océanienne, et les mesures envisageables pour atténuer les causes de ce phénomène et favoriser l'adaptation des communautés aux changements attendus.

Élaboration du guide

En 2011, un atelier régional sur la planification de l'éducation au changement climatique s'est tenu à Nadi (Fidji). Cet atelier a été organisé dans le cadre du programme « Faire face au changement climatique en Océanie » mis en œuvre par la Communauté du Pacifique (CPS) et Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) au nom du ministère allemand de la Coopération et du Développement économique (BMZ). L'atelier a été organisé conjointement avec le Programme régional océanien de l'environnement (PROE), le Centre océanien pour l'environnement et le développement durable et l'Institute of Education de l'Université du Pacifique Sud.

Des représentants de l'éducation des Fidji, des Tonga, du Samoa, de Vanuatu et de Kiribati ont participé à cet atelier et sont convenus de la nécessité d'élaborer de nouveaux outils pédagogiques, dans le but de renforcer les apprentissages relatifs au changement climatique dans les écoles et les établissements de formation aux métiers de l'enseignement de la région.

Dans le cadre du Programme australien des sciences du changement climatique et de la planification de l'adaptation dans le Pacifique, la CPS a été chargée d'élaborer ce guide destiné au secteur de l'éducation, en collaboration avec l'équipe du programme CPS/GIZ « Faire face au changement climatique en Océanie ». Des spécialistes de l'éducation et du changement climatique, ainsi que des représentants des cinq pays pilotes concernés (Fidji, Kiribati, Samoa, Tonga et Vanuatu) ont participé à l'élaboration du guide pour veiller à ce que les supports pédagogiques et les informations contenus dans ce livret soient adaptés au contexte culturel des enseignants et des élèves. Le présent guide s'appuie enfin sur les informations contenues dans les rapports de pays sur la science et les effets du changement climatique publiés par le Programme scientifique australien sur le changement climatique dans le Pacifique (PCCSP) du gouvernement australien.

Une version propre à chaque pays de ce guide sera distribuée dans les écoles, les établissements d'enseignement et de formation techniques et professionnels, et les bibliothèques des pays pilotes. Ce guide s'inscrit dans les activités éducatives du programme CPS/GIZ « Faire face au changement climatique en Océanie » visant à renforcer les capacités dans les ministères de l'Éducation, les établissements de formation et les écoles, et à dispenser un enseignement dans le domaine des mesures d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets dans les cinq pays participants au projet. Il reste à espérer que l'exploitation de ce guide sera encouragée à d'autres niveaux d'enseignement, ainsi que dans d'autres pays insulaires océaniques.

Approche

La majorité des personnes s'intéressent davantage aux représentations visuelles personnalisées et adaptées aux réalités culturelles qu'aux textes ou aux graphiques scientifiques, qui peuvent être intimidants et difficiles à comprendre. Les images transmettent des messages que les mots ne peuvent pas exprimer, et peuvent toucher une grande variété de personnes : les images ouvrent des perspectives d'exploration, de créativité et de création de récits.

C'est pourquoi il a été décidé d'élaborer un guide fondé sur des images assorties de textes courts. Ces images peuvent donc être exploitées avec une grande variété d'élèves, aussi bien dans des classes de maternelle que dans des classes d'enseignement et de formation techniques et professionnels. Il reste à espérer que les images peuvent également être utilisées pour stimuler la discussion au sein des groupes communautaires. Les activités d'apprentissage et les objectifs pédagogiques proposés ont été spécifiquement élaborés pour les élèves des années 7 et 8, car, d'après les ministères de l'éducation océaniques, ces niveaux sont adaptés à une initiation aux sciences du changement climatique. Le présent guide, qui contient principalement des informations générales, a été publié en anglais et en français, pour pouvoir être utilisé dans de nombreux pays océaniques. Cependant, les images 3 et 8 portent spécifiquement sur le climat actuel et futur de votre pays.

Utilisation du guide

L'ouvrage *Étudier le changement climatique dans le contexte océanien : Guide pédagogique pour les enseignants du Pacifique* a été conçu pour les enseignants, formateurs ou conférenciers, en tant que support pédagogique en matière de changement climatique, et pour améliorer la résilience des élèves face aux impacts du réchauffement climatique.

Le présent ouvrage est composé d'un ensemble de 16 images en couleur et d'un guide de l'enseignant spécifique à chaque pays. Ce guide propose une description de chaque image, des objectifs pédagogiques, des activités d'enseignement et d'apprentissage, des définitions (dans les encadrés blancs) et des informations générales (dans les encadrés gris). Vous trouverez à la fin du guide un glossaire des termes clés. Que vous soyez instituteur(trice) ou enseignant(e) spécialisé(e), vous pouvez utiliser cet ouvrage pour étayer et compléter votre travail sur des sujets liés au changement climatique, que ce soit en cours de sciences, de sciences sociales et/ou de géographie. La section suivante établit les liens existants entre le programme scolaire de votre pays et ce guide, afin de vous permettre de sélectionner les sujets/images adaptés et les activités connexes pertinentes.

Nous avons délibérément choisi de créer une section pour chaque image, afin que ce guide soit aussi facile d'utilisation et flexible que possible. Chaque professeur n'utilise pas les outils pédagogiques de la même manière. Ce guide propose aux enseignants différentes stratégies et activités d'apprentissage possibles, selon les besoins et la motivation de leurs élèves.

Objectifs pédagogiques

Les objectifs pédagogiques de ce guide se fondent sur les différents piliers du Cadre d'éducation pour le développement durable préconisés par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) (Delors 1998).

Si vous exploitez toutes les images et quelques-unes des activités d'apprentissage proposées, vos élèves devraient être capables d'effectuer les tâches suivantes :

Pilier du Cadre d'éducation	Objectifs pédagogiques – les élèves seront capables de :
Apprentissage du savoir	<ul style="list-style-type: none">décrire les causes du changement climatiqueétablir un rapport entre les phénomènes météorologiques et climatiques océaniques et la latitude, le cycle hydrologique, le phénomène d'oscillation australe El Niño, les courants océaniques et les ventsdécrire les effets prévus et observés du changement climatique dans leur pays et dans la région océanienneexpliquer dans quelle mesure l'augmentation du niveau des émissions de gaz à effet de serre et la hausse des températures ont une incidence sur les écosystèmes locaux.
Apprentissage du savoir-faire	<ul style="list-style-type: none">faire la distinction entre les activités d'adaptation au changement climatique et les activités d'atténuation de ses effetsinterpréter les cartes, les graphiques et les statistiques relatifs au changement climatiquepréparer et participer à une activité d'adaptation au changement climatique impliquant la classe entière
Apprentissage du savoir-vivre	<ul style="list-style-type: none">discuter de différentes activités d'adaptation au changement climatique envisageables dans leur communauté
Apprentissage du savoir-être	<ul style="list-style-type: none">s'engager à faire un geste dans sa vie quotidienne en faveur de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets

Note aux professeurs : Vous trouverez un grand nombre d'informations générales visant à clarifier au maximum les concepts présentés dans ces ressources pédagogiques. Il n'est pas nécessaire que les élèves des années 7 et 8 aient une connaissance aussi étendue ou approfondie du sujet. Les objectifs pédagogiques et vos propres supports didactiques vous guideront pour mener à bien ce module.

Liens avec le programme scolaire vanuatais

Au Vanuatu, un nouveau programme scolaire (de la maternelle au lycée) est en cours d'élaboration. Le personnel chargé de l'élaboration des programmes scolaires travaille sur quatre niveaux : la maternelle, l'école primaire (du CIF au CM2), le collège (de la 7^e à la 10^e) et le lycée (de la 11^e à la 13^e). Ce programme, visant une meilleure harmonisation, sera strictement identique pour les cours dispensés en français et en anglais et devrait être mis en place dans les écoles début 2015.

Ce guide en faveur de la gestion du changement climatique est pertinent, dans le sens où le changement climatique et la gestion des risques de catastrophe se retrouvent à tous les niveaux du nouveau programme. En classe de 7^e et de 8^e, on peut établir un rapport étroit entre ce sujet, et les SCIENCES SOCIALES et les SCIENCES FONDAMENTALES. Des documents proposant une ébauche de ce nouveau programme ont déjà été élaborés et contiennent les informations suivantes :

SCIENCES SOCIALES

Le programme scolaire est axé sur quatre domaines d'apprentissage :

- A. Vivre au Vanuatu
- B. Histoire du Vanuatu
- C. Milieux naturels, risques et populations
- D. Utilisation et gestion des ressources

Le changement climatique et la gestion des risques de catastrophe apparaissent dans le domaine d'apprentissage C :

DOMAINE	SOUS-DOMAINE classe de 7^e et images correspondantes	SOUS-DOMAINE classe de 8^e et images correspondantes
C. MILIEUX NATURELS, RISQUES ET POPULATIONS	SSC 7.3.1 La Terre et son environnement climatique <i>Identifier et localiser les zones climatiques de la planète</i> Image 4 SSC 7.3.2 La Terre, ses risques et ses milieux naturels <i>Identifier les différents milieux naturels et risques à Vanuatu et dans le monde</i> Images 1, 7, 8, 9 et 10	SSC 8.3.1 Les milieux naturels fragiles et les zones à risque <i>Identifier et décrire les zones fragiles et les zones à risque à Vanuatu et dans la région océanienne</i> SSC 9 8.3.2 Survivre dans différents milieux <i>Définir les différences entre besoins et demandes des populations, et décrire des méthodes de survie et d'adaptation à différents milieux et zones sinistrées</i>

SCIENCES FONDAMENTALES

Le programme scolaire est axé sur quatre domaines d'apprentissage :

SCI 1 : Sciences physiques

SCI 2 : Chimie

SCI 3 : Biologie

SCI 4 : Sciences de la Terre

Le changement climatique et la gestion des risques de catastrophe apparaissent dans le domaine d'apprentissage SC4 Sciences de la terre :

DOMAINE	SOUS-DOMAINE classe de 7^e et images correspondantes	SOUS-DOMAINE classe de 8^e et images correspondantes
SCI 4 Sciences de la Terre	<p>SCI 7.4.1 La Terre dans l'univers <i>Identifier et décrire la Terre et le système solaire</i></p> <p>Image 4</p> <p>SCI 7.4.2 Les régimes météorologiques <i>Mieux comprendre et distinguer les notions d'atmosphère, de météorologie et de climat</i></p> <p>Images 3 et 4</p> <p>SCI 7.4.3 L'énergie <i>Identifier et décrire ce qu'est l'énergie ainsi que différentes sources d'énergie</i></p> <p>Images 6, 11 et 15</p> <p>SCI 7.4.4 L'eau dans l'environnement <i>Expliquer le rapport entre les différentes sources d'eau et l'environnement, et décrire les différentes utilisations possibles de l'eau</i></p> <p>Images 2 et 7</p>	<p>SCI 8.4.1 La Terre dans l'univers <i>Décrire le mouvement de la Terre dans l'espace, définir son origine et son âge</i></p> <p>SCI 8.4.2 Le changement climatique <i>Décrire et expliquer le changement climatique, ses effets et les moyens d'atténuer et de s'adapter aux changements</i></p> <p>Images 7-16</p> <p>SCI 8.4.3 Les énergies renouvelables et non renouvelables <i>Identifier et distinguer les énergies renouvelables et les énergies non renouvelables</i></p> <p>Images 6, 11 et 15</p> <p>SCI 8.4.4 L'eau dans l'environnement <i>Décrire le cycle hydrologique dans l'environnement</i></p> <p>Image 2</p>

Présentation du sujet

Essayez d'aborder la question du changement climatique de manière stimulante, de façon à solliciter la curiosité de vos élèves. Par exemple, vous pouvez disposer dans la classe certaines des images pour que les élèves prennent le temps de les observer.

Vous pouvez ensuite choisir une ou des activités décrites ci-dessous. Cela vous permettra de faire le bilan des connaissances que les élèves ont déjà sur le sujet, tout en leur proposant une ou des activité(s) ludique(s).

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

1. La boîte aux lettres

Disposez les 16 images (ou le nombre d'images que vous voulez exploiter) dans la classe. Si vos élèves ne connaissent pas ce jeu, mieux vaut n'utiliser que 8 images. Fabriquez des « boîtes aux lettres » en recyclant des récipients de crème glacée ou des petites boîtes munies d'un couvercle dans lequel vous aurez fait une ouverture, afin que les élèves puissent « poster » leurs réponses. Vous pouvez inscrire sur les boîtes aux lettres : Image 1, Image 2, Image 3, etc.

Puis :

Soit :

- Sous chaque image, placez une fiche cartonnée sur laquelle vous aurez écrit une ou deux questions, par exemple :
 - Que se passe-t-il sur cette image ?
 - Que raconte cette image ?
 - Que font les personnes sur cette image ?
 - Selon toi, que va-t-il arriver à ces personnes/à leurs terres ?et demandez aux élèves d'écrire leurs réponses sur un morceau de papier et de les « poster ».

Ou :

- Demandez aux élèves d'écrire au moins une question par image sur un morceau de papier et de les « poster ».

Les élèves doivent avoir suffisamment de temps pour observer les images, écrire leurs questions ou leurs réponses, et les poster. Faites ensuite des groupes composés du même nombre d'élèves (pas plus de 4 élèves par groupe, selon le nombre de boîtes), et donnez à chaque groupe une boîte. Les élèves doivent lire toutes les questions/réponses et réussir à les classer par catégories ou par groupes. Afin d'aider vos élèves à effectuer cette tâche, donnez-leur une grande feuille de papier sur laquelle ils pourront y disposer toutes les réponses, les déplacer, puis les coller par catégories.

Chaque groupe pourrait ensuite présenter son travail au reste de la classe. Si vous avez demandé aux élèves de poster des questions, précisez à chaque groupe s'il doit proposer des réponses, ou si les questions seront ramassées pour que la classe y réponde au cours du module.

2. La disparition des îles

Divisez la classe en groupe de cinq ou six élèves, puis expliquez-leur qu'ils vont devoir dessiner une île imaginaire du Pacifique.

Matériel

1. Une feuille de papier blanc ordinaire ou de papier kraft, d'environ 1 m², pour chaque groupe
2. Des feutres ou des crayons de 3 ou 4 couleurs différentes par groupe

Consignes

1. Faites le point avec les élèves sur tout ce qui caractérise une île du Pacifique. Demandez-leur de dessiner les éléments naturels (les montagnes, les rivières, les arbres, par exemple), et les constructions humaines nécessaires (l'église, l'école, les maisons, les magasins). Comment peut-on se rendre sur cette île ? Qu'y cultive-t-on et à quel endroit ? Y a-t-il des plantations forestières ? Comment les habitants se déplacent-ils sur l'île ? Vous connaissez vos élèves, et c'est à vous d'évaluer combien de temps cela leur prendra pour effectuer cette tâche, d'abord en classe entière, puis par groupe.
2. Chaque groupe doit dessiner son île imaginaire sur une feuille. Sur chaque île, il doit y avoir 2 ou 3 villages, ainsi que tous les éléments que les élèves estiment nécessaires. Chaque groupe doit dessiner la carte ou une vue aérienne d'une île imaginaire en utilisant un maximum de surface possible, lui trouver un nom, et indiquer le nord (N), le sud (S), l'est (E) et l'ouest (O) à l'aide d'une rose des vents. Chaque groupe peut utiliser des symboles, une légende ou des dessins. Encouragez les élèves à concevoir une île la plus autonome possible.
3. Trouvez un espace dégagé, où chaque groupe pourra exposer son île et expliquer aux autres les raisons pour lesquelles chaque île est autonome et sûre. Qu'est-ce qui caractérise chacune de ces îles ?
4. Disposez toutes les îles sur le sol de façon à ce qu'elles soient toutes orientées vers le nord. Expliquez aux élèves que l'île qu'ils ont dessinée est leur maison, que c'est là qu'ils vivent, et que par conséquent, ils doivent tous se mettre dessus, sans que leurs pieds ne touchent l'eau. Ils peuvent se tenir les uns les autres pour trouver un équilibre.
5. Demandez aux élèves de se placer à nouveau à côté de leur feuille et parlez du cyclone qui a frappé chaque île au nord-ouest. De fortes vagues ont érodé une grande partie des côtes. Des maisons ont été endommagées, des arbres sont tombés et les routes ont été bloquées. La pointe nord-ouest des îles a disparu, donc les élèves doivent replier l'angle nord-ouest de leur feuille — Figure 1.
6. Les élèves constatent les dégâts : qu'ont-ils perdu ? S'ils ont perdu des routes, demandez à chaque groupe qui est coupé du reste de l'île ? Ont-ils perdu des champs de taro, des quais, des écoles, des dispensaires, des lignes électriques... ?
7. Les élèves peuvent se remettre sur leur île, mais il n'y a plus assez de place pour tout le monde. Où iront ceux qui n'ont plus de place ? Il vous faudra trouver un endroit pour accueillir les réfugiés : demandez aux réfugiés ce qu'ils ressentent ? Qui sont-ils ? Sont-ils jeunes ou vieux ? S'agit-il de ceux qui vivaient près du littoral ou dans des habitations précaires ? Pourquoi est-ce que ce sont eux qui ont dû partir ? Que ressentent les autres à l'idée d'être séparés de certains membres de leur famille ?
8. Dans le scénario suivant, le niveau de la mer s'est élevé. Les élèves replient la bande de papier tout autour de l'île, là où l'eau est peu profonde — Figure 2

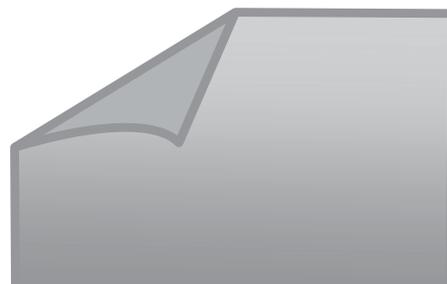


Figure 1



Figure 2

9. Qu'ont-ils perdu cette fois-ci ? Combien de personnes peuvent vivre sur l'île ? Le groupe des réfugiés est probablement en train de s'agrandir. Se trouvent-ils dans une autre partie de l'île ou dans un autre pays ?
10. Vous pouvez poursuivre ainsi avec un ou deux autres scénarios, selon la taille des groupes et des îles. Par exemple :
 - L'approvisionnement en eau souterraine a été contaminé par l'eau de mer. Tout le monde doit quitter l'île, car les réserves en eau sont insuffisantes : éliminez ou de la population.
11. Il est possible d'aborder les conséquences de ces phénomènes de différentes manières avec les élèves. Qu'ont-ils ressenti lorsqu'ils ont perdu leur terre ? Qu'ont-ils ressenti à l'idée d'être séparés de leurs amis et leur famille ? Que pourraient-ils faire pour se protéger ? Cela pourrait être intéressant de ramener tous les réfugiés sur leur île : si c'était à refaire, choisiraient-ils d'autres endroits pour construire ? Disposaient-ils de terres plus élevées ? Est-ce que ces propositions peuvent être mises en application à l'échelon local ? Il est important d'expliquer à vos élèves qu'il existe plusieurs solutions pratiques pour éviter qu'ils ne quittent leur île (construire en hauteur, protéger les côtes, préserver les ressources naturelles, etc.).

3. La grille coopérative

Copiez la grille coopérative de la Figure 3 au tableau. Vous pouvez, si besoin, adapter les questions au contexte dans lequel évoluent les élèves. Distribuez-leur des feuilles sur lesquelles ils doivent recopier la grille.

Dans un premier temps, les élèves répondent individuellement à chaque question. Ensuite, chacun doit trouver une autre personne qui répondra à l'une des questions, et noter sa réponse dans les colonnes intitulées « Réponses des autres ». Chacun doit interroger une douzaine de personnes différentes, de façon à remplir toute la grille.

Chacun doit bien écouter et écrire soi-même les réponses des autres. Cela permet d'améliorer les compétences de compréhension orale et d'expression écrite. Chaque élève peut demander l'orthographe d'un mot ou faire répéter un élève si nécessaire, mais il ou elle ne peut pas solliciter les autres pour qu'ils écrivent les réponses à sa place. Une seule et même personne doit remplir sa grille.

Les élèves ont ainsi la possibilité d'élaborer leurs propres idées, puis ils entendent et écrivent les idées et les connaissances des autres sur le sujet. Chacun peut ensuite approfondir sensiblement ses réponses en intégrant les connaissances des autres. Les élèves peuvent travailler en binômes pour rédiger un paragraphe par question. Plus tard, les élèves peuvent reprendre cette grille et y ajouter les connaissances qu'ils auront acquises au cours du module.

Figure 3. Grille coopérative

	Mes réponses	Réponses des autres	Réponses des autres	Réponses des autres
Que sais-tu sur le changement climatique ?				
Quelles sont les principales activités humaines responsables du changement climatique ?				
Quelles mesures d'adaptation au changement climatique pourraient être adoptées dans mon pays ?				
Quelles conséquences probables peut avoir le changement climatique dans mon pays ?				

4. Le diagramme en arêtes de poisson

- Demandez aux élèves de travailler par groupes. Donnez à chaque groupe deux feuilles de papier ordinaire de format A4 : sur chacune d'entre elles, les élèves doivent dessiner le contour d'un poisson, et ajouter des nageoires et une queue pour en donner une représentation plus réaliste. Ils y ajoutent enfin une colonne vertébrale, et de part et d'autre de celle-ci, trois arêtes orientées vers le haut, et trois arêtes orientées vers le bas.
- Les élèves choisissent un sujet qu'ils voudraient approfondir et élaborent six questions relatives à ce sujet : ils doivent écrire une question par arête sur le premier poisson.

Il peut être nécessaire de vérifier les questions et d'aider les élèves à formuler leurs questions à l'aide de la méthode QQQCCP (Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?). Cette méthode peut même être intégrée à la consigne dès le début de l'activité. Mieux vaut encourager les groupes à poser des questions ouvertes, de façon à ce que les élèves n'aient pas la réponse à leurs propres questions lorsque l'activité démarre. Il est conseillé aux élèves de poser ce type de questions sur le changement climatique : « Comment savons-nous ce qu'il va se passer ? » ou « Qui peut nous aider à nous adapter ? » (Plutôt que : « Quand le changement climatique a-t-il commencé ? » ou « Qu'est-ce que le changement climatique ? »).

Tout au long du module, les élèves vont recueillir des informations. À la fin de celui-ci, ils enregistreront les connaissances acquises en consignnant les réponses à leurs propres questions sur le second poisson.

Cette méthode est extrêmement efficace : lorsque chaque groupe répond aux questions sur le second poisson, que les deux poissons sont ensuite agrafés ensemble, puis étouffés, décorés et affichés dans la classe, les élèves peuvent alors visualiser ce qu'ils ont appris.

(Adapté du SEREAD)

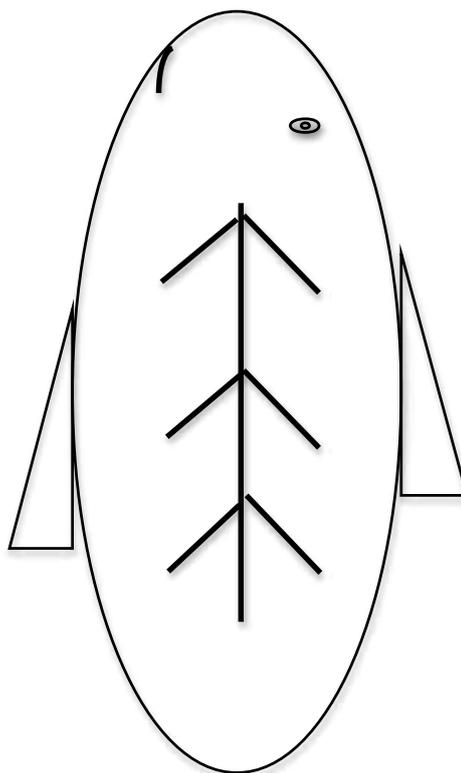


Figure 4
Modèle de diagramme en arêtes de poisson

Image 1 – Pasifika

Cette image représente un lieu imaginaire, baptisé « Pasifika », typique des pays insulaires océaniques. Ce lieu pourrait se trouver sur n'importe quelle île du Pacifique, sans pour autant faire spécifiquement référence à l'une d'entre elles. La topographie de ce lieu est caractéristique de la région océanique : l'image montre une île volcanique soulevée et un atoll, et des éléments propres à certaines îles du Pacifique, tels que le *fale*, le *bure*, le *te kiakia* et le *nakamal*.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none">reconnaître des caractéristiques de leur pays sur l'image ;identifier les risques éventuels liés au changement climatique et les pratiques non durables.	Questions d'orientation pour interpréter l'image Imaginer l'avenir

Discussion

Vous pouvez soit tenir l'image à bout de bras, soit la fixer au mur ou la placer sur une table pour que des groupes d'élèves viennent l'observer. À titre d'exemple, vous pouvez utiliser les questions suivantes comme déclencheur de parole :

- Selon vous, où se déroule cette scène ?
- Quels types de constructions voyez-vous sur cette image ?
- Quelles zones ressemblent à l'endroit où vous vivez ?
- Que font les filles ? Et les garçons ? Pourquoi ?
- Que font les femmes ? Et les hommes ? Pourquoi ?
- Que se passe-t-il sur les collines ? ... sur le littoral ? ... près de la rivière ? ... dans le village ? ... en ville ?
- Quels animaux voyez-vous sur l'image ? Que cela signifie-t-il ?
- Quelles plantes trouve-t-on sur cette image ? Que cela signifie-t-il ?
- Quel temps fait-il ? Que cela signifie-t-il ?
- Parmi les activités décrites, quelles sont celles qui pourraient être nuisibles à Pasifika sur la durée ?

Remarque sur les savoirs traditionnels :

Lorsque la frégate plane au-dessus des terres, cela annonce le mauvais temps. Des grappes de trois fruits à pain sur une même branche sont également signe de mauvais temps/de sécheresse à venir dans de nombreux pays océaniques.

Activités d'enseignement et d'apprentissage - 1

1.1 Imaginer l'avenir

Par groupes, les élèves peuvent avoir à imaginer : (1) l'histoire de l'une des personnes (parler de sa famille et de son mode de vie, par exemple) et/ou de l'une des zones se trouvant sur l'image, ou (2) l'histoire de ce lieu (À quoi sert-il ? À qui appartient-il ?). Cette activité peut servir à lancer un débat sur de possibles scénarios futurs. Les questions suivantes peuvent vous aider :

- Selon vous, que va-t-il se passer au cours des six prochains mois ? (Cette question permet de mettre en valeur les connaissances qu'ont les élèves sur les changements saisonniers.)
- De quelles ressources disposent les habitants de Pasifika (forces, sources de nourriture, revenus, communauté villageoise solidaire, résilience face aux catastrophes, etc.) ?
- Quels problèmes les habitants risquent-ils de rencontrer dans 2-3 ans ?
- Ces problèmes pourraient-ils être de nature différente pour les hommes et les femmes ? Si oui, justifiez votre réponse.
- Que pourrait-il se passer dans 10 ans ? ... 20 ans (concernant la pêche, les élevages et l'agriculture, l'eau douce, les forêts et les habitations) ?

Remarque

Même si la notion de changement climatique est amenée dans le débat, il est probable que les élèves se concentrent principalement sur le problème de l'élévation du niveau de la mer. Cela permet de faire la transition avec l'image 2 et de faire des révisions sur les phénomènes météorologiques.

Image 2 – Le cycle hydrologique

Cette image illustre le cycle hydrologique à Pasifika. Les mots clés sont : ensoleillement, précipitations, vent, nuages et température.

Les principaux concepts qui sous-tendent cette image sont les suivants : (a) les conditions météorologiques dépendent de l'énergie thermique solaire ; (b) le cycle hydrologique comprend les processus d'évaporation, de condensation et de précipitations. Les flèches sur l'image indiquent le mouvement des molécules d'eau à l'état liquide (précipitations sous forme de gouttes d'eau) et à l'état gazeux (vapeur d'eau).

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> décrire les processus d'évaporation, de condensation et de précipitations ; décrire le rôle du soleil dans le cycle hydrologique ; compléter la légende d'un schéma sur le cycle hydrologique. 	<p>Discussion sur le lien fondamental entre l'eau et la vie Le cycle hydrologique – Une activité d'apprentissage expérientiel Dictée d'images sur le cycle hydrologique Chanson sur le cycle hydrologique Enquête : Que devient l'eau lorsqu'elle est chauffée ? Enquête : Quelle incidence peut avoir la fonte de blocs de glace flottants sur le niveau de la mer ?</p>

Demandez aux élèves de décrire l'image. S'ils savent ce que signifient les termes « évaporation », « condensation » et « précipitations », demandez-leur d'expliquer en quoi consiste le cycle hydrologique. S'ils ne connaissent pas ces termes, laissez-les essayer de déduire le sens de ces mots à partir de l'image.

Les premières discussions sur cette image pourraient être axées sur le lien fondamental entre l'eau et la vie.

- Pourquoi l'eau est-elle indispensable ?
- Comment utilise-t-on l'eau ?
- Comment les plantes absorbent-elles l'eau ?
- Comment les habitations sont-elles alimentées en eau ?
- D'où vient cette eau ?
- Qui va chercher de l'eau (si elle ne provient pas du robinet) ?
- Existe-t-il des termes différents pour désigner différents types d'eau ?

Le cycle hydrologique

Voici comment expliquer le cycle hydrologique, étape par étape, et le rôle joué par le soleil et la mer :

ÉTAPE 1 : Le soleil réchauffe l'eau à l'état liquide à la surface de la Terre. Une grande partie de cette eau se trouve dans la mer, mais aussi dans les lacs, les rivières, le sol et les plantes.

ÉTAPE 2 : Cette eau se transforme en gaz, généralement invisible, qu'on appelle vapeur d'eau. En chauffant, les molécules de vapeur d'eau remontent dans l'atmosphère. C'est le phénomène d'évaporation. On parle de transpiration lorsque la vapeur d'eau provient des plantes, et d'évapotranspiration lorsque la vapeur d'eau provient d'un sol recouvert de végétation.

ÉTAPE 3 : Lorsque l'air chaud remonte, la vapeur d'eau refroidit et se transforme à nouveau en minuscules gouttelettes d'eau qui commencent à se regrouper pour former un nuage. C'est le phénomène de condensation.

ÉTAPE 4 : Au fur et à mesure que les nuages se remplissent d'eau, ils deviennent sombres. Lorsque les gouttelettes deviennent trop lourdes, elles retombent sur le sol, généralement sous forme de pluie dans la région océanique, ou sous forme de neige ou de grêle dans les régions plus froides ou en altitude.

ÉTAPE 5 : En retombant, l'eau s'infiltré dans le sol et « s'accumule » dans un aquifère ou une nappe lenticulaire, ou bien alimente une rivière. L'eau douce peut être à nouveau absorbée par les plantes et les animaux, ou se déverser dans l'océan, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une rivière.

La quantité d'eau évaporée dépend de la quantité d'énergie thermique solaire, de la nébulosité et de la vitesse du vent.

Les enfants ont du mal à comprendre le cycle hydrologique à partir d'une seule image. Ils comprennent beaucoup plus facilement les concepts lorsqu'ils participent activement à la construction de leurs savoirs. C'est la raison pour laquelle les études pratiques sont de bonnes expériences d'apprentissage. Les élèves comprennent beaucoup mieux à travers une activité d'apprentissage expérientiel (voir l'activité présentée ci-après) où ils jouent le rôle de molécules d'eau. Il est probable que les élèves retiendront mieux les termes scientifiques, s'ils associent mentalement les mots avec leurs déplacements corporels pour mimer les différents états des molécules. Il est important de souligner que l'activité ci-après est un modèle, et que comme tout modèle, elle comporte certaines limites. Les molécules d'eau peuvent mettre un siècle pour achever un cycle. L'eau peut rester figée sous forme de glace ou de neige pour des périodes beaucoup plus longues.

Activités d'enseignement et d'apprentissage - 2

2.1. Le cycle hydrologique - une activité d'apprentissage expérientiel

Dans cette activité, les élèves sont invités à jouer le rôle des molécules d'eau, afin de mimer les processus d'évaporation, de condensation et de précipitations dans le cycle hydrologique.

Amorce

Demandez à 4 volontaires de s'aligner devant la classe et de poser leur bras gauche sur l'épaule droite de leur voisin. Demandez ensuite à 4 autres élèves de se mettre derrière chacun des volontaires, et de poser leur bras droit sur l'épaule droite de la personne devant eux, ainsi que leur bras gauche sur l'épaule droite de leur voisin. (Figure 2.1)

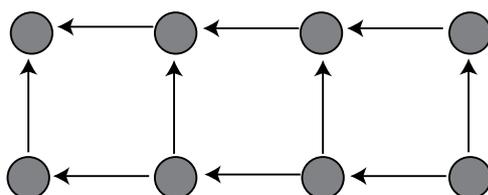


Figure 2.1

Dites au reste de la classe de s'aligner derrière ces deux rangées.

Demandez aux élèves s'ils savent ce qu'ils représentent. Si la réponse est négative, expliquez-leur qu'ils représentent des molécules d'eau dans un cristal de glace. Posez-leur ensuite les questions suivantes :

- Est-ce que vous êtes en mouvement ? (Si les élèves ne connaissent pas la réponse, faites une démonstration : ils doivent trembler sans se détacher les uns des autres. Associez l'idée de trembler de froid avec l'agitation moléculaire.)
- Qu'y a-t-il entre les molécules ? (Il y a du vide. Cette notion importante sera développée plus tard lorsque vous aborderez le processus de fonte de la glace, mais pour l'instant, mieux vaut ne pas développer ce sujet.)
- Que se passe-t-il si j'ajoute de l'énergie thermique ? (Cette question sert à tester si les élèves savent que les liaisons entre les molécules sont rompues et qu'elles se séparent. Tracez une ligne sur le sol ou agencez les tables afin de représenter la limite du récipient dans lequel ils se trouvent, et faites semblant de le réchauffer et de faire « fondre » la glace.)
- Comment se comportent les molécules d'eau ? (Dites aux élèves de se déplacer assez lentement tout en rebondissant sur les parois du récipient, et les uns contre les autres.)
- Si l'on chauffe davantage, quel effet cela aura-t-il sur les molécules ? (Abordez/rappelez-leur le processus d'évaporation. Employez de préférence le terme de vapeur d'eau plutôt que de vapeur, puis augmentez l'énergie thermique.)

Remarque : À ce stade, les élèves courent dans toute la classe, et ils pourraient même s'échapper par n'importe quelle porte ouverte.

Expliquez ensuite à vos élèves qu'ils vont jouer le rôle des molécules d'eau pour chacun des trois états (solide, liquide et gazeux) que peut prendre l'eau au cours du cycle hydrologique complet.

Activité sur le cycle hydrologique

Pour un groupe de 20 élèves, vous aurez besoin d'un espace équivalant à la moitié d'une salle de classe. Vous pouvez mener cette activité à l'intérieur ou à l'extérieur, dans la cour ou sur l'herbe.

- Tracez une ligne au sol d'environ 2 mètres de longueur, en partant du mur si vous êtes dans une salle de classe, ou en partant du bord de la cour de récréation. La mer se trouve de l'autre côté de cette ligne.
- Dessinez les contours d'un nuage au-dessus de la mer : il doit être assez grand pour que 4 à 5 élèves puissent se mettre à l'intérieur.
- À droite du nuage, dessinez une montagne et une rivière qui se jette dans la mer. Dessinez un soleil dans le coin opposé, ou placez une chaise sur laquelle un élève pourra se mettre debout. (Figure 2.2)
- Si vous êtes sur l'herbe, utilisez une corde pour indiquer où se trouve la mer et pour vous aider à tracer les contours de la montagne. Pour le nuage, une corde plus courte ou un grand morceau de tissu suffira.

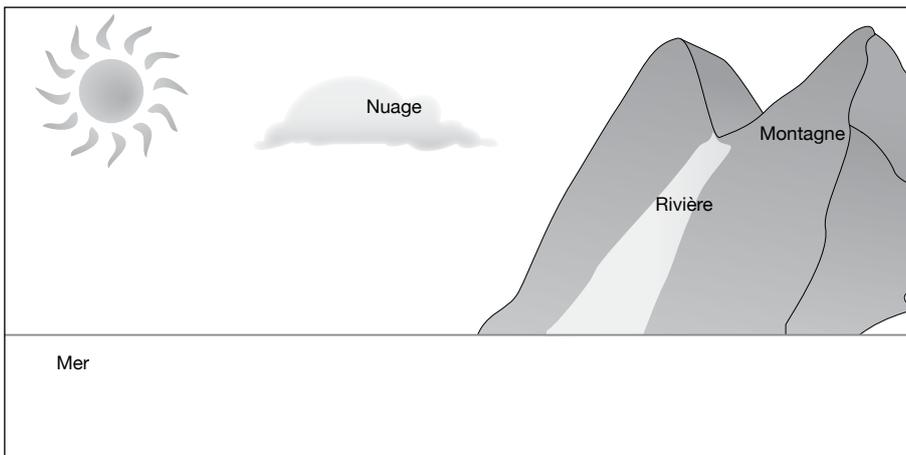


Figure 2.2

Répartissez les élèves comme suit. Les chiffres indiqués correspondent à une classe de 20 (voir Figure 2.3) et de 30 élèves. Adaptez cette répartition proportionnellement au nombre d'élèves que vous avez.

Classe de 20 élèves	Classe de 30 élèves	
2	4	enfants à l'intérieur du nuage
4	6	enfants sur la montagne
4	6	enfants dans la rivière
9	13	enfants forment une chaîne dans la mer
1	1	enfant joue le rôle du soleil

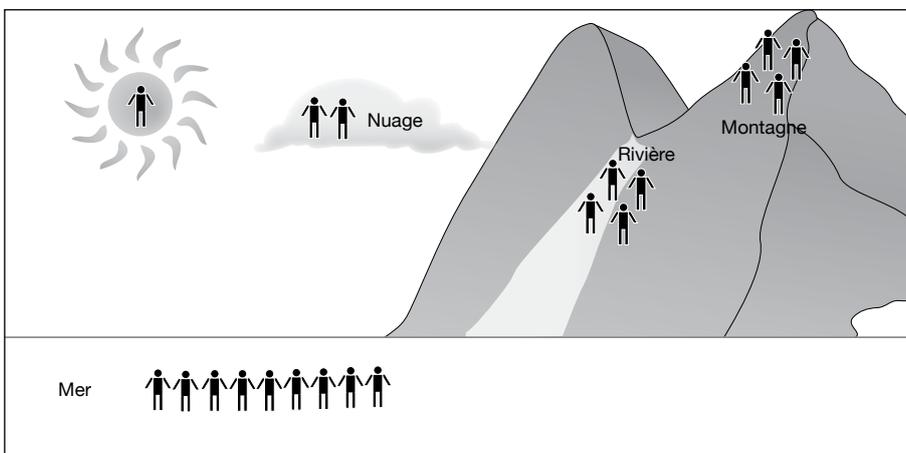


Figure 2.3

Le « soleil » remue lentement les bras de haut en bas : il produit ainsi de l'énergie thermique pour réchauffer la mer.

À chaque fois que le soleil « remue les bras » :

- les élèves dans la mer font en même temps un pas à gauche. L'élève qui se trouve à l'extrémité gauche remonte vers le nuage ;
- les élèves sur la montagne font en même temps un pas vers la rivière ;
- les élèves dans la rivière font en même temps un pas vers la mer.

Une fois qu'il y a six élèves dans le nuage, quatre d'entre eux se déplacent vers la montagne et laissent les deux autres élèves dans les nuages. Les deux élèves restent dans le nuage, jusqu'à ce qu'ils se retrouvent à nouveau à six et que le même processus se répète. (Figure 2.4)

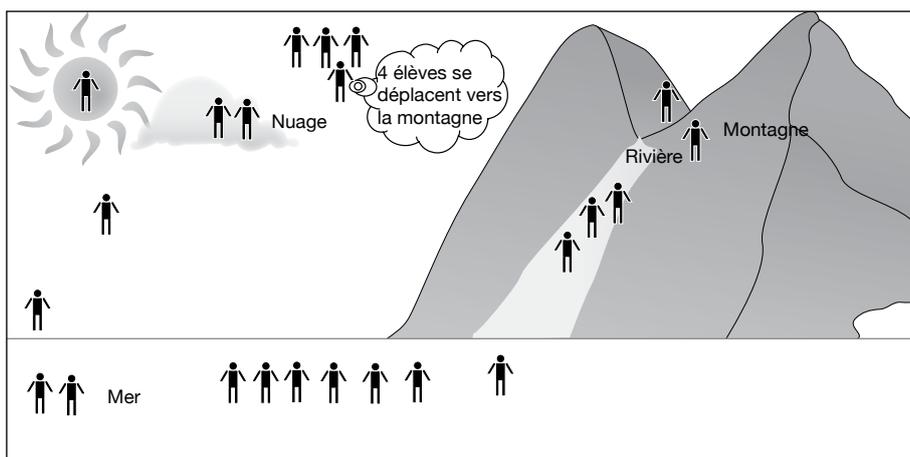


Figure 2.4

Les élèves continuent ainsi jusqu'à ce qu'ils aient accompli ce cycle plusieurs fois et qu'ils sachent quoi faire. Le nuage est le plus difficile à gérer, car les déplacements doivent être précis.

Vous pouvez ajouter les sons : chaque fois que les élèves se déplacent, ils doivent dire ce qu'ils sont en train de faire (je m'évapore, je me condense, je forme des précipitations, je fonds, je coule).

L'étape suivante consiste à ajouter le mouvement des molécules : elles sont rapides et énergiques lorsqu'elles s'évaporent, elles tremblent lorsqu'elles se condensent. Quant aux gouttes de pluie, elles flottent et nagent le long de la rivière et ralentissent lorsqu'elles atteignent la mer.

Les sons doivent accompagner les mouvements. Plusieurs actions auront lieu en même temps et les derniers cycles seront bruyants, mais les élèves apprécieront cette activité.

Questions

1. D'où vient l'énergie responsable de la circulation de l'eau ?
2. Où restent les molécules d'eau la plupart du temps ?

Activité supplémentaire à tester :

Mettez en place la même activité, avec des rayonnements solaires plus intenses (mouvements des bras plus importants), et indiquez le rapport qu'il peut y avoir entre les saisons et le soleil surplombant la mer. Interrogez les élèves sur les changements que cela entraîne :

- Le processus d'évaporation va-t-il s'accélérer ? (Oui — les élèves doivent se déplacer plus vite.)
- Le processus de précipitations va-t-il s'accélérer ? (Non - il y aura peut-être plus de nuages.)
- Le processus de fonte de la glace va-t-il s'accélérer ? (Oui — les élèves doivent se déplacer plus vite.)
- Le débit de la rivière va-t-il s'accélérer ? (Question délicate : l'énergie solaire n'est pas directement responsable, mais le débit peut s'accélérer en raison de l'augmentation du volume d'eau. Il peut être intéressant de débattre des limites de l'exploitation d'un modèle. En réalité, ce cycle se déroule sur une période de temps et des distances très importantes, donc notre modèle ne peut pas en donner une représentation fidèle. D'après la connaissance que vous avez de vos élèves, c'est à vous de juger de la pertinence d'un tel débat.)

Suggestions

- À chaque mouvement de bras, les élèves dans la mer font deux pas
- Lorsque quatre élèves se retrouvent dans le nuage, deux d'entre eux s'en vont
- À chaque mouvement de bras, les élèves sur la montagne font deux pas
- Le mouvement de la rivière ne change pas

De même, l'enchaînement de ces actions peut être ralenti pour représenter des conditions nuageuses.

Enfin, les élèves peuvent dessiner leur propre schéma du cycle hydrologique.

2.2. Dictée d'images du cycle hydrologique

La dictée d'images est une méthode qui permet aussi de réactiver les connaissances des élèves.

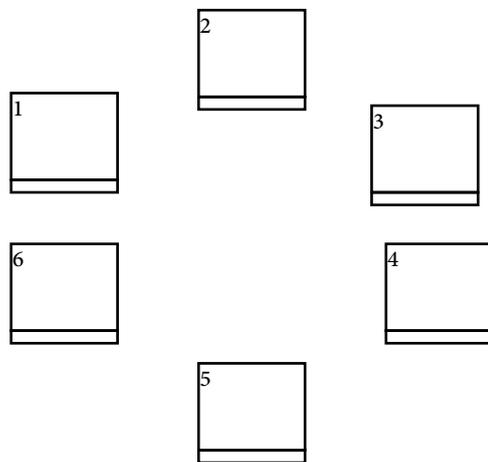


Figure 2.5

Comment utiliser cette méthode :

- Demandez aux élèves de dessiner sur une feuille six cases numérotées disposées en cercle, chaque case correspondant à un énoncé, et de laisser un espace en dessous pour la légende.
- Lisez à voix haute chaque étape du cycle hydrologique (voir ci-dessous), et demandez aux élèves de dessiner une image simple illustrant chacune de ces étapes. Rappelez aux élèves qu'ils n'ont pas besoin de faire un dessin parfait et qu'ils ont peu de temps pour chaque image.
- Demandez aux élèves de relier l'étape 6 à l'étape 1 avec une flèche pour montrer que le cycle se répète. Ils peuvent ensuite relier les autres cases les unes aux autres à l'aide de flèches de façon pour indiquer comment se déroule le cycle.
- Par binômes, les élèves remettent chacun à leur tour des mots sur les images.
- Chaque élève écrit une légende en dessous de chaque illustration, qu'ils lisent ensuite à leur partenaire.

ÉTAPE 1 :	Le soleil réchauffe l'eau à l'état liquide à la surface de la Terre. Une grande partie de cette eau se trouve dans la mer.
ÉTAPE 2 :	Cette eau se transforme en gaz invisible qu'on appelle vapeur d'eau. La vapeur d'eau remonte dans l'atmosphère. C'est l'évaporation.
ÉTAPE 3 :	En remontant, la vapeur d'eau se refroidit et se transforme à nouveau en minuscules gouttelettes d'eau qui commencent à se regrouper pour former un nuage. C'est la condensation.
ÉTAPE 4 :	Le vent pousse les nuages au-dessus de la mer. Ils sont ensuite forcés de gagner en altitude lorsqu'ils atteignent les terres. Plus ils montent en altitude, plus ils se refroidissent
ÉTAPE 5 :	À mesure que les nuages se refroidissent, les minuscules gouttelettes d'eau s'unissent et finissent par être trop lourdes pour rester en suspension. Elles retombent sur le sol sous forme de pluie, de grêle ou de neige. Ce sont les précipitations.
ÉTAPE 6 :	En retombant, l'eau s'infiltré dans le sol. Une grande partie de cette eau rejoint les cours d'eau qui se jettent dans les rivières, qui à leur tour se jettent dans la mer.

Pourquoi utiliser cette méthode :

- Elle permet d'utiliser toutes les compétences langagières (compréhension orale, compréhension écrite, expression orale et expression écrite).
- Les élèves doivent écouter attentivement les énoncés.
- L'information orale est retranscrite par des illustrations visuelles.
- Les élèves mettent oralement de nouveau des mots sur les images.
- Ils doivent écrire une légende pour chaque illustration.
- Ils doivent lire les légendes.
- Ils doivent comprendre le déroulement d'un processus.
- Ils doivent se concentrer sur les notions clés.

Selon les pré-acquis des élèves, il peut être nécessaire de mener quelques expériences simples sur les processus d'évaporation et de condensation afin de consolider leurs connaissances. Insistez bien sur le fait que la vapeur d'eau ne « disparaît » pas.

2.3. Étude du processus d'évaporation

Cette activité doit se faire pendant une journée ensoleillée. Demandez aux élèves de se procurer deux récipients : des béciers ou tout autre récipient transparent en plastique ou en verre seront convenables. Remplissez chaque récipient à moitié d'eau et tracez un repère au niveau du remplissage. Posez les récipients sur le rebord d'une fenêtre au soleil ou à l'extérieur. Couvrez l'un des récipients avec un couvercle ou une feuille d'aluminium.

Demandez aux élèves :

- Les niveaux d'eau vont-ils changer dans chaque récipient ?
- Pourquoi ?

Une fois que l'eau s'est bien évaporée, posez les questions suivantes :

- Pourquoi le niveau d'eau a-t-il baissé dans le récipient sans couvercle ?
- Qu'est devenue l'eau qui a disparu ?
- Peut-on la récupérer ?
- Pourquoi le niveau d'eau n'a-t-il pas changé dans le récipient fermé ?
 - Si les élèves ne font pas le lien avec le processus de condensation, sortez du réfrigérateur plusieurs bouteilles ou canettes fraîches, posez-les à un endroit où elles sont visibles pour l'ensemble de la classe, et interrogez les élèves sur les gouttelettes d'eau à l'extérieur des canettes.
 - D'où vient cette eau ? (Il se peut que les élèves pensent qu'elle a traversé la paroi de la canette. Pour réfuter cette idée, ils peuvent goûter l'eau condensée, si vous utilisez une canette de cola ou de limonade. Explication de ce phénomène : la vapeur d'eau dans l'atmosphère se condense lorsqu'elle entre en contact avec la canette de cola ou de limonade.)

- Où peut-on voir d'autres phénomènes de condensation ? (Voir s'ils font un lien entre cette expérience et le processus de condensation d'eau à l'origine de la formation des nuages.)

2.4. La chanson du cycle hydrologique

Le moment est venu d'aborder la chanson du cycle hydrologique, que vous pouvez chanter sur la mélodie de Clémentine ou sur toute autre mélodie que vous aurez inventée.

Évaporation, Condensation, Précipitation tout autour, Accumulation, Évaporation, Répétition du cycle d'eau	Velasia Suavaia Timuia Fa'asoloatoa Fa'atupulaia toe Velasia Ta'amiloga ale vai	Te buanerake Te nimatenten Te baka ni karau ni katobibi Te bwarikoriko Te buanerake Butin te ran ni katobibi	Evaporation Condensation Precipitation all around Accumulation Evaporation The water cycle goes round and round
--	---	--	---

Les élèves peuvent accompagner les paroles avec les gestes suivants :

Évaporation : paumes vers le haut, ils lèvent les bras en partant des genoux jusqu'au-dessus de leur tête.

Condensation : ils s'enveloppent de leurs bras et tremblent.

Précipitations : ils agitent les doigts et remuent les bras de haut en bas pour mimer le mouvement de la pluie.

Accumulation : les bras écartés, ils s'accroupissent puis referment les bras sur eux-mêmes.

Évaporation : ils se relèvent.

Cycle de l'eau : ils forment un cercle de leurs bras.

2.5. Que se passe-t-il quand l'eau se réchauffe ?

Objectifs pédagogiques :

- L'eau se dilate en se réchauffant, car les particules d'eau ont plus d'énergie, et elles ont besoin d'occuper un plus grand espace en se déplaçant davantage.

Formulation d'hypothèses :

Posez la question suivante aux élèves : Selon vous, si on chauffe la bouteille, quel effet cela va-t-il avoir sur le niveau de l'eau qui se trouve à l'intérieur ? (Les élèves peuvent réfléchir à cette question et rédiger une explication par groupes.)

Cette expérience peut les aider à répondre à cette question et à valider leurs hypothèses.

Expérience (à réaliser aussi lors d'une journée ensoleillée/chaude)

Matériel nécessaire : Un ballon de chimie ou une bouteille en plastique transparente avec un bouchon ou un couvercle, un tube de verre ou une paille, du colorant alimentaire, de la gomme adhésive ou de la pâte à modeler.

Consignes :

Enlève le bouchon ou le couvercle et fais-y un petit trou.
 Insère dans le trou le tube de verre ou la paille, et maintiens le tout en place avec un peu de gomme adhésive ou de pâte à modeler placée au-dessus et en dessous du bouchon ou du couvercle.
 Remplis la bouteille d'eau presque à ras bord et ajoute une goutte de colorant.
 Remets le bouchon ou le couvercle sur la bouteille, et fixe le tout avec de la gomme adhésive si nécessaire. (Figure 2.6)



Figure 2.6

Résultats :

L'eau devrait remonter dans le tube.
 Une fois qu'elle s'est stabilisée, indiquez son niveau sur le tube ou la paille à l'aide d'un marqueur.
 Mettez la bouteille dehors au soleil. Au bout de 10 minutes, montrez aux élèves ce qu'il s'est passé.

Mesure : Où se trouve maintenant le niveau d'eau ?

Explication : Pourquoi l'eau est-elle remontée dans le tube ?

Pistes de réflexion : Peux-tu modifier l'expérience de façon à mesurer l'élévation du niveau d'eau à chaque fois que sa température augmente de 2 °C ?

2.6 Enquête : Quelle incidence peut avoir la fonte de blocs de glace flottants sur le niveau de la mer ?**Objectifs pédagogiques :**

- Lorsqu'un iceberg ou un bloc de glace flottant fond, la quantité d'eau dans la mer n'augmente pas, car le volume d'eau issu de la fonte des glaces est inférieur au volume de la glace flottante.

Matériel nécessaire : Un gobelet en polystyrène ou en papier, ou un verre, et des glaçons.

Consignes :

Remplis le récipient d'eau.
 Ajoute une douzaine de glaçons.
 Une fois que l'eau a débordé du récipient, sèche les parois extérieures.
 Laisse fondre les glaçons.

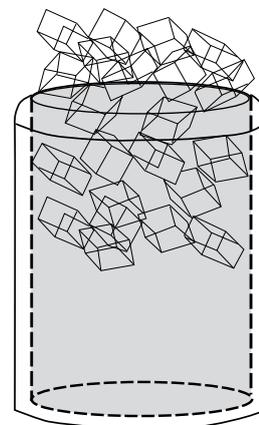


Figure 2.7

Formulation d'hypothèses : Selon toi, que va-t-il se passer ?

Mesure : Le niveau d'eau a-t-il changé une fois que les glaçons ont fondu ?

Explication : Est-ce que tu t'attendais à ce résultat ? Peux-tu expliquer ce phénomène ?

Question : Nous savons que l'effet de serre contribue au réchauffement des mers et à la fonte des calottes glaciaires flottantes.

Selon toi, lequel de ces deux phénomènes aura le plus d'impact sur le niveau de la mer dans les prochaines années ? (La fonte de glace ancrée sur le terrain et la dilatation thermique causées par le réchauffement climatique provoquent l'élévation du niveau de la mer. La fonte de glace flottante n'a aucun effet sur le niveau de la mer. Voir image 7 pour plus d'informations.)

Justifie ta réponse (Fais référence à l'expérience que tu viens de faire.)

Activité complémentaire :

Remplis un grand récipient aux trois quarts d'eau, qui représente la mer. Ajoutes-y un bloc volumineux (une grosse pierre par exemple) qui représente une terre émergée. Indique le niveau de l'eau à l'aide d'un marqueur sur le récipient, une fois que l'eau s'est stabilisée.

Recouvre la pierre de nombreux glaçons (cela représente une calotte glaciaire, comme celle qui recouvre l'Antarctique). Laisse fondre la glace.

Le niveau d'eau s'élève-t-il ?

Si toute la glace qui recouvre l'Antarctique fondait, quelle incidence cela aurait-il sur le niveau de la mer ?
(L'élévation du niveau de la mer résulte de la fonte des calottes glaciaires en Antarctique, au Groenland, et au nord du Canada et aussi des glaciers continentaux.)

(Adapté du SEREAD)

Image 3 – Le climat dans la région océanienne

L'image 3 montre les principales caractéristiques de la circulation atmosphérique, entre le mois de novembre et le mois d'avril : les alizés, la Zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS) et la Zone de convergence intertropicale (ZCIT), une warm pool en Papouasie-Nouvelle-Guinée, les zones de haute pression et le phénomène de mousson dans le Pacifique occidental (entre l'Australie et la Papouasie-Nouvelle-Guinée). L'image présente également les courbes climatiques de plusieurs pays insulaires océaniens, qui contiennent deux informations importantes : les précipitations (la pluviométrie) et la température d'un lieu donné dans chaque pays au cours d'une année. Les barres bleues indiquent la quantité de pluie par mois (en millimètres). Trois des courbes de chaque graphique indiquent la température moyenne de l'air : la température maximum apparaît en rouge, la température moyenne en noir et la température minimum en bleu. La courbe verte indique la température des eaux de surface. La moyenne de chaque courbe a été calculée à partir de données recueillies sur une période de 29 ans (1961-1990).

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> différencier entre le temps et le climat; décrire en langue traditionnelle le climat de leur pays ; faire le lien entre les changements saisonniers à Vanuatu, les cultures et les récoltes, et la récolte des produits de la mer. 	Questions d'orientation pour interpréter l'image Saisons à Vanuatu Précipitations et montagnes Grille de jeu de rôle

Discussion

Vous devez décider au préalable dans quelle mesure vous souhaitez aborder en profondeur ce sujet avec vos élèves. Dans un premier temps, demandez à votre classe ce que représente l'image.

Vérifiez si les élèves peuvent situer leur pays et leur île sur la carte, et s'ils peuvent identifier les alizés (flèches jaunes), les zones de haute pression et les courbes climatiques de chaque pays, ainsi que les années correspondant aux statistiques.

Les images 3 (Le climat dans la région océanienne), 4 (Le climat à l'échelon mondial) et 5 (Le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO) et la variabilité climatique) peuvent être exploitées ensemble, car elles portent toutes sur le climat dans la région océanienne et sur les facteurs influençant les régimes météorologiques. Dès le début de l'activité, commencez à expliquer ce que sont les conditions météorologiques, les conditions climatiques et la variabilité climatique, pour que les élèves comprennent bien la différence entre ces trois notions.

Demandez à vos élèves d'examiner ou de recopier les courbes climatiques de leur pays et de répondre aux questions suivantes :

- Quel mois affiche la température maximale la plus élevée ?
- Quel mois affiche la température minimale la moins élevée ?
- La température des eaux de surface est-elle supérieure ou inférieure à la température moyenne ?
- Quel mois les précipitations sont-elles les plus importantes ?
- Quel mois les précipitations sont-elles les plus faibles ?
- Quels pays possèdent des courbes climatiques similaires ?

Il est essentiel d'aborder avec les élèves la vision traditionnelle des régimes météorologiques et climatiques. En classe entière ou par petits groupes, les élèves peuvent répondre aux questions suivantes :

- Quels termes en langue vernaculaire sont employés pour faire référence aux saisons sèche et humide ?
- Quand ces saisons commencent-elles ? Quand se terminent-elles ?
- Les courbes climatiques de ton pays indiquent-elles ces saisons ?
- Quels changements peut-on observer pendant ces périodes ?
- Est-ce que la quantité d'eau douce et de nourriture disponible sur terre, dans la mer et en eau douce diffère d'une saison à l'autre ?
- Quelle période préférez-vous ? Pourquoi ?
- Quels sont les éléments ayant une incidence sur le climat de notre pays ?

Vous pourriez envisager de faire une sortie de classe dans une station météorologique, s'il en existe une à proximité.

Expliquez aux élèves la différence entre les conditions météorologiques et les conditions climatiques. Les conditions climatiques décrivent les régimes météorologiques à long terme (sur 30 ans), alors que la météorologie décrit la situation actuelle ou les prévisions des prochains jours (ce qu'il se passe aujourd'hui).

Le terme « temps » décrit les effets des conditions atmosphériques, **à un moment** et à un endroit précis, en termes de variables (températures, vent, pluie). Comparée au climat, qui donne une description à long terme, le temps décrit la situation actuelle ou les prévisions des prochains jours. En plus d'établir des prévisions journalières, le temps décrit les régimes météorologiques saisonniers et annuels : on parle alors parfois de « climat dominant ».

Le terme « climat » est employé par les scientifiques pour décrire le temps **à long terme** (sur 30 ans) en fonction de la variation des phénomènes atmosphériques (températures, humidité et vent).

(PROE, 2012)

Le climat océanien à grande échelle

Le climat de la région océanienne est tropical et humide. Comme le rayonnement solaire est intense, son angle d'incidence est presque vertical et varie très peu pendant l'année (énergie – chaleur et lumière – émise par le soleil sous forme de rayons ou d'ondes). Par conséquent, les températures varient également peu pendant l'année. En outre, la température de l'air est fortement influencée par la température de l'océan Pacifique en raison de la faible superficie des îles.

L'atmosphère et la mer ont une forte influence l'une sur l'autre dans la région. Si les circulations atmosphériques à grande échelle influencent fortement les courants océaniques et les températures, la mer a également une grande incidence sur les précipitations, les vents et les températures. Ces phénomènes entraînent par conséquent d'importantes variations de température et des régimes des précipitations dans l'ensemble de la région.

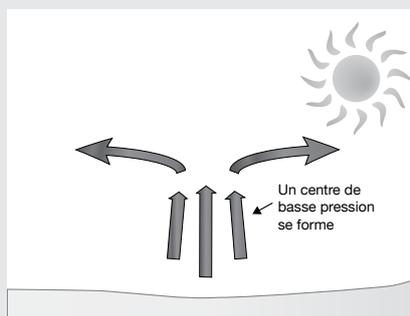
Les eaux de la région océanienne occidentale, des Philippines et de l'Indonésie sont plus chaudes, du fait des courants océaniques d'ouest, tandis que le Pacifique oriental est nettement plus froid. Les différences de température sont encore plus importantes entre les pays proches de l'équateur et les pays à proximité des régions subtropicales.

Si les températures varient peu dans la plupart des pays au cours de l'année, les variations saisonnières des précipitations sont importantes, ce qui explique que la saison humide et la saison sèche sont marquées. Les régions où les précipitations sont particulièrement fortes pendant la saison humide subissent l'influence du phénomène de mousson au-dessus de la warm pool du Pacifique occidental (par exemple, la Papouasie-Nouvelle-Guinée et les Îles Salomon), de la zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS) qui s'étend des Îles Salomon aux Îles Cook, et de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) qui se situe au nord de l'équateur (voir image 3). Les précipitations importantes proviennent également des tempêtes et des cyclones tropicaux qui se produisent pour la plupart entre les latitudes 10° et 25° nord et sud. Les îles sur lesquelles se trouvent de hautes montagnes ont généralement une côte plus sèche, et une côte plus humide, en fonction de la direction des vents dominants. Les alizés et les systèmes de haute pression subtropicaux exercent également une influence sur le climat de la région océanienne (voir tableau 3.1).

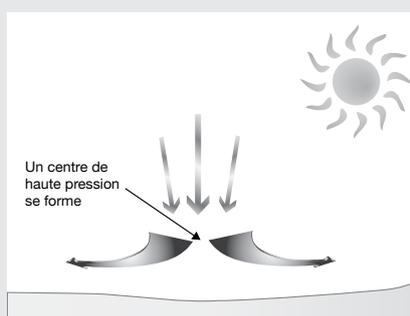
La régularité des saisons a une incidence majeure sur la vie des peuples dans la région : elle se trouve d'ailleurs à l'origine des savoirs traditionnels anciens afférents aux saisons, qui se reflètent dans la langue des peuples océaniens. Chaque peuple a un ou plusieurs termes pour ces deux saisons (voir tableau 3.2), qui font habituellement référence aux saisons sèche et humide, aux périodes de semences et de récoltes, ou aux changements des vents dominants entre les saisons.

(ABM-CSIRO, 2011, Vol. 1)

Si vous décidez d'expliquer toutes les caractéristiques climatiques illustrées à l'image 3, il est important de définir en premier lieu les termes suivants : **pression atmosphérique, vents, alizés et convergence** :



Le soleil réchauffe certaines régions de notre planète plus que d'autres. Dans les zones où les terres ou les mers atteignent des températures élevées, l'air se réchauffe, il monte car il devient moins dense, ce qui crée **une zone de basse pression** (il contient moins de particules d'air par m³).



Dans les zones où les terres ou les mers atteignent des températures basses, l'air descend et la pression atmosphérique augmente, car il contient plus de particules d'air par m³.

Les **vents** résultent de la différence de pression atmosphérique entre deux zones. Afin de maintenir un équilibre, l'air se déplace de zones de haute pression atmosphérique à des zones de basse pression.

La rotation de la Terre exerce également une action sur la direction du vent. Par exemple, les **alizés** au sud de l'équateur soufflent du sud-est, et les alizés au nord de l'équateur soufflent du nord-est, mais tous les alizés soufflent vers l'ouest en direction de l'équateur.

Une zone de convergence est une zone où les vents viennent de différentes directions les uns en direction des autres, pour se rencontrer en un seul et même point ou le long d'une même ligne (comme la ZCIT ou la ZCPS).

Les zones de convergences pourraient être assimilées à des « lieux de rencontre des nuages » (ABM-CSIRO-RCCCC, 2013).

Vous pouvez présenter ensuite les caractéristiques climatiques suivantes :

Le **phénomène de mousson dans le Pacifique occidental** vient du nord et se déplace vers l'Asie continentale pendant l'été de l'hémisphère Nord. Il vient du sud et se déplace vers l'Australie pendant l'été de l'hémisphère Sud. L'arrivée de la mousson saisonnière marque généralement le passage entre des conditions très sèches et des conditions très humides. Les pays situés le plus à l'ouest de la région océanienne sont particulièrement touchés par ce phénomène.

La **zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS)** est une bande de fortes pluies qui s'étend approximativement des Îles Salomon à l'est des Îles Cook. Il s'agit d'une zone de convergence persistante et très allongée dans les basses couches. Ce phénomène s'accroît pendant l'été de l'hémisphère Sud et a une incidence sur la plupart des pays de la région océanienne.

La **zone de convergence intertropicale (ZCIT)** est une bande de fortes pluies qui traverse l'ensemble du Pacifique au nord de l'équateur. Il s'agit d'une bande de convergence est-ouest de vents à basse altitude près de l'équateur, où les alizés du sud-est de l'hémisphère Sud rencontrent les alizés de nord-est de l'hémisphère Nord. Ce phénomène s'accroît pendant l'été de l'hémisphère Nord et a une incidence sur la plupart des pays de la région océanienne.

(ABM-CSIRO, 2011, Vol. 1 : 37)

Tableau 3.1 : Principales caractéristiques et influences climatiques pour les pays insulaires océaniques sélectionnés.

Pays	Principales caractéristiques et influences climatiques
Îles Cook	ZCPS, zone de haute pression subtropicale, alizés, cyclones tropicaux, topographie
Timor-Leste	Phénomène de mousson dans le Pacifique occidental, topographie
États fédérés de Micronésie	ZCIT, phénomène de mousson dans le Pacifique occidental, alizés
Fidji	ZCPS, alizés, zone de haute pression subtropicale, cyclones tropicaux, topographie
Kiribati	ZCIT, ZCPS, alizés
Îles Marshall	ZCIT, phénomène de mousson dans le Pacifique occidental (certaines années), cyclones tropicaux
Nauru	ZCIT, ZCPS, alizés
Niue	ZCPS, alizés, zone de haute pression subtropicale, cyclones tropicaux
Palau	Phénomène de mousson dans le Pacifique occidental, ZCIT, alizés
Papouasie-Nouvelle-Guinée	Phénomène de mousson dans le Pacifique occidental, ZCIT, topographie
Samoa	ZCPS, alizés, zone de haute pression subtropicale, topographie, cyclones tropicaux
Îles Salomon	ZCPS, phénomène de mousson dans le Pacifique occidental, cyclones tropicaux
Tonga	ZCPS, alizés, zone de haute pression subtropicale, cyclones tropicaux, topographie
Tuvalu	Phénomène de mousson dans le Pacifique occidental, ZCPS, alizés, zone de haute pression subtropicale, cyclones tropicaux
Vanuatu	ZCPS, alizés, zone de haute pression subtropicale, cyclones tropicaux, topographie

(Adapté de ABM-CSIRO, 2011, Vol. 1 : 41)

Tableau 3.2 : Termes en langues vernaculaires désignant respectivement les saisons sèche et humide

Pays	Saison humide	Saison sèche	
Îles Cook	<i>tuatau mauu</i>	<i>tuatau maro</i>	
Timor-Leste	<i>udanben</i>	<i>bailoron</i>	
États fédérés de Micronésie	Chuuk	<i>nukuchochun</i>	<i>pwas</i>
	Yap	<i>nuw</i>	<i>yale</i>
Fidji	i-Taukei	<i>suasua</i>	<i>mamaca</i>
	Indo-fidjien	<i>gila mausam</i>	<i>ihura mausam</i>
Kiribati	<i>ameang</i>	<i>aumaiaki</i>	
Îles Marshall	<i>mejleb</i>	<i>an'henearn'</i>	
Nauru	<i>luai</i>	<i>aré</i>	
Niue	<i>vahā mafana</i>	<i>vaha mokomoko</i>	
Palau	<i>kemtimt</i>	<i>sechal el ongos</i>	
Papouasie-Nouvelle-Guinée	Pidgin	<i>taim bilong ren</i>	<i>taim bilong san</i>
	Motu	<i>medu ena nega</i>	<i>dina ena nega</i>
Samoa	<i>vaipalolo/ tau susu</i>	<i>vaitoelau/tau mugala</i>	
Îles Salomon	<i>Komburu</i>	<i>Ara</i>	
Tonga	<i>fa'ahita'u 'uha</i>	<i>fa'ahita'u la'ala'a</i>	
Tuvalu	<i>'tau 'moko</i>	<i>tau yela</i>	
Vanuatu (Bislama)	<i>ren taem</i>	<i>san taem</i>	

(Adapté de ABM-CSIRO : 2011, Vol. 1 : 36)

Le climat de Vanuatu

- Le climat de Vanuatu est caractérisé par deux saisons distinctes : la saison chaude et humide de novembre à avril, et la saison fraîche et sèche de mai à octobre. La saison humide coïncide avec la saison des cyclones, avec une moyenne de deux à trois cyclones par an.
- Les températures au sud de Vanuatu sont plus basses qu'au nord, du fait de la différence de latitude (voir la carte de l'image 8). Les températures annuelles moyennes se situent entre 27,5 °C dans les îles du nord et 23,5 °C dans les îles du sud.
- Plus on monte en altitude, plus les températures diminuent. Ainsi, il existe une différence de plusieurs degrés entre les zones montagneuses, comme au centre de Santo et de Tanna, et les zones côtières (Figure 3.3).
- Au Vanuatu, les précipitations subissent l'influence de la zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS), une bande de fortes pluies qui se forme lorsque les mers se réchauffent, que l'air chaud s'élève et que les vents convergent. Pendant la saison humide, la ZCPS provoque une hausse des précipitations à Vanuatu. Les systèmes de basse pression dans cette bande de fortes pluies peuvent donner naissance à des cyclones tropicaux. Pendant la saison sèche, la ZCPS se déplace au nord et à l'est du Vanuatu. En général, les précipitations sont plus importantes dans les îles du nord et de moins en moins abondantes lorsque l'on se déplace vers le sud. Les précipitations sont également plus élevées dans les zones montagneuses (Figure 3.4).
- La majeure partie de l'année, les îles de Vanuatu sont balayées par les alizés du sud-est qui apportent des pluies plus abondantes sur les côtes au vent de l'archipel. Les faces nord-ouest des plus grandes îles (Santo, Malakula, Efate, Erromango, Tanna, Aneityum) ont un climat beaucoup plus sec et peuvent être frappées par des périodes de sécheresse.
- Le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO) a une incidence majeure sur le climat de Vanuatu, car il modifie les vents et les courants océaniques dans l'océan Pacifique. En période El Niño, le climat est beaucoup plus sec, car la ZCPS se déplace vers l'est du Vanuatu. En période La Niña, le climat est plus chaud et les cyclones plus fréquents, car la ZCPS revient sur le Vanuatu.
- En moyenne, deux à trois cyclones frappent Vanuatu chaque année. Toutefois, ces chiffres sont très variables d'une année sur l'autre, car leur fréquence peut aller de 0 à 6 selon les saisons.
- Les saisons ont une incidence considérable sur les semences, les cultures et les récoltes de nombreuses variétés culturales. Bien que les bananiers et les cocotiers produisent des fruits toute l'année, certaines variétés ne poussent qu'à la saison chaude et humide (les mangues, les ananas, les fruits à pain, les avocats et les pêches cultivées à Tanna), et d'autres à la saison sèche et plus fraîche (les tomates, la laitue, les choux ronds, les pommes de terre cultivées à Tanna et le « nagavika » aussi appelé « kavika » ou « pomme d'eau » (*Syzygium malaccense*). On plante généralement l'igname en août ou en septembre, et on le récolte entre les mois de mars et de juin de l'année suivante. Le taro et la patate douce (*kumala*) peuvent être plantés et récoltés à n'importe quelle période de l'année.
- À la saison sèche, certaines essences d'arbres comme l'acacia (arbre de Noël) et le frangipanier perdent leurs feuilles et leurs fleurs (semi-décidues).
- Les principaux facteurs qui influent sur le climat de Vanuatu sont les suivants : sa latitude tropicale (l'angle d'inclinaison des rayons solaires par rapport à la surface de la terre est important et les températures sont élevées), le rôle modérateur des mers sur le climat, la présence de la ZCPS, les alizés du sud-est dominants et le phénomène ENSO.

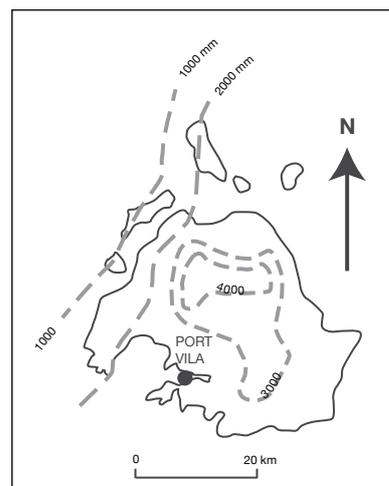


Figure 3.3 Précipitations sur Efate

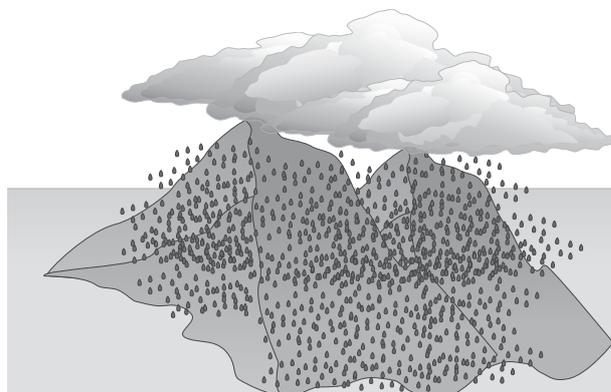


Figure 3.4 Les précipitations sont plus importantes dans les zones montagneuses. Sur les plus grandes îles (comme Efate, Santo et Tanna), les précipitations sont plus abondantes sur la côte au vent (sud-est).

(Siméoni, 2010)

Activités d'enseignement et d'apprentissage — 3

3.1 Les saisons à Vanuatu

Donnez aux élèves les consignes suivantes :

1. Dessine un cercle et divise-le en 12 secteurs correspondant à chaque mois de l'année. Colorie chaque moitié du schéma de deux couleurs différentes : une moitié représente la saison chaude et humide, l'autre, la saison plus fraîche et sèche dans ton pays.
2. Réponds aux questions suivantes :
 - Que signifie le terme « sécheresse » ? À quel moment de l'année Vanuatu peut-il souffrir de périodes de sécheresse ?
 - À quels problèmes est confrontée la population lors de a) la saison sèche et chaude, et b) la saison fraîche et humide ?
 - À quel moment sont plantées les différentes cultures ?
 - À quel moment sont récoltées les cultures ?
 - À quelle saison correspondent les différents produits de la mer ?
 - À quelle saison récolte-t-on les différents fruits ?
3. Dans chaque secteur du cercle correspondant à un mois de l'année, dessine ou écris le nom des cultures, des fruits et des produits de la mer qui sont planté(e)s, récolté(e)s ou cueilli(e)s pendant cette période.

3.2 Précipitations et montagnes

1. Redessine ton île, mais à une échelle plus grande. Ajoute la légende suivante : côte au vent, côte sous le vent, alizés du sud-est dominants, récifs coralliens, fortes pluies. Indique les zones où pourrait se trouver la forêt dense humide.
2. Quel côté de l'île risque de subir davantage de périodes de sécheresse ?

3.3 Grille de jeu de rôle

La grille de jeu de rôle s'adapte à n'importe quel contexte : elle propose une méthode interactive pour traiter les informations qui viennent d'être abordées.

La grille de jeu de rôle aide également les élèves à rédiger un texte, car ils ont déjà eu le temps d'analyser les informations avant de commencer à écrire.

	A	B
1.	Tu as 15 ans, et tu vis dans une région où il n'existe pas de canalisations d'eau publiques. Explique de quelle façon tu vas aider ta famille pendant une période de sécheresse.	Tu es officier de police. Explique comment tu vas aider la population pendant une inondation.
2.	Tu es un grand-père ou une grand-mère, et tu t'occupes du jardin de la famille. Explique comment tu vas prendre soin du jardin pendant une période de sécheresse.	Tu es politicien. Explique à la communauté locale pourquoi il est important d'investir dans un nouveau système de drainage des eaux pour protéger la population des inondations.

- Divisez la classe en groupes de quatre.
- Dans chaque groupe, chaque élève se voit attribuer un rôle (A1, A2, B1 et B2) et prend connaissance du sujet sur lequel il doit débattre.
- Accordez-leur suffisamment de temps pour faire les recherches nécessaires et noter les idées principales de leur argumentation.
- Dans chaque groupe, les élèves parlent ensuite à tour de rôle.
- Vous pouvez éventuellement terminer cette activité par un exercice de rédaction.

Image 4 – Le climat à l'échelon mondial

L'image 4 illustre de manière très simplifiée les zones climatiques dans le monde, en ne prenant en compte que les régimes des températures à l'échelon mondial. Sur l'image, on peut voir les enfants originaires de différents pays porter des vêtements adaptés à chaque zone climatique spécifique. On peut également voir sur l'image des plantes et des animaux propres à certains pays.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> • indiquer correctement les zones climatiques sur un schéma du globe terrestre ; • établir un rapport entre les fourchettes de températures sur Terre et l'angle d'incidence des rayons solaires. 	Questions d'orientation pour interpréter l'image Comment le soleil réchauffe-t-il la surface de la Terre ? Zones climatiques Autre activité sur les zones climatiques Étude pratique : Qu'est-ce que la pression atmosphérique ?

Discussion

Vous pouvez demander aux élèves de décrire ce qu'ils voient et d'élaborer des questions en rapport avec l'image 4 sur le climat à l'échelon mondial. Cette image peut être un sujet de débat avec vos élèves, et l'occasion d'évaluer leurs connaissances sur les différentes zones climatiques. Apportez-leur les connaissances nécessaires pour leur permettre d'indiquer correctement les zones climatiques sur un schéma du globe terrestre. Interrogez les élèves sur les différents styles vestimentaires des enfants sur l'image. Savent-ils que la Terre est divisée en degrés de longitude et de latitude ?

Vous pouvez poser les questions suivantes aux élèves :

- À quelle latitude se trouve ton pays et dans quelle zone climatique vis-tu ? (Voir l'encadré ci-dessous.)
- Quelle zone climatique a le climat le plus froid ? (Zone froide.)
- Quelles différences existent probablement entre la zone tropicale et la zone tempérée en termes de tenues vestimentaires ? ... d'habitations ? ... de végétation ?
- Dans quelles zones le climat est-il le moins variable sur une année ? (Zones tropicales et froides.)
- Dans quelles zones le climat est-il le plus variable sur une année ? (Zones tempérées.)
- Entre quelles latitudes se trouve l'hémisphère Sud ? (Entre 0° (équateur) et 90° (pôle Sud).)
- Quelle zone possède les jours les plus longs pendant l'été de son hémisphère, et les nuits les plus longues pendant l'hiver de son hémisphère ? (Zone froide.)

On notera que les zones climatiques représentées sur l'image 4 sont simplifiées. Sur l'image, on pourrait penser que les Fidji, Vanuatu, le Samoa et les Tonga se trouvent dans la zone subtropicale, mais ce sont en fait des pays tropicaux, car ils se trouvent entre l'équateur et le Tropique du Capricorne.

Les zones climatiques

Afin de décrire les régimes climatiques en fonction des latitudes, les scientifiques ont divisé le globe en zones climatiques. Le climat renvoie aux conditions météorologiques moyennes sur une longue période de temps, qui se fondent principalement sur la mesure des températures et des précipitations. Le climat est déterminé par la latitude, l'altitude et l'influence océanique. La liste simplifiée des catégories ci-après, que l'on retrouve sur l'image 4, a principalement été élaborée en fonction de la latitude.

Les zones tropicales comprises entre 0° et 23,5° : Dans les régions au nord et au sud de l'équateur (entre les deux tropiques), les rayons du soleil sont au zénith à midi presque toute l'année. Il fait donc très chaud dans ces régions. Comme les températures sont élevées, l'eau s'évapore davantage et l'air est souvent humide : cela crée fréquemment une épaisse couverture nuageuse qui atténue les rayonnements solaires et fait descendre les températures du sol.

Les zones subtropicales comprises entre 23,5° et 40° : C'est en été que l'intensité des rayonnements solaires est la plus forte dans les zones subtropicales (en juillet dans l'hémisphère Nord, et en décembre dans l'hémisphère Sud), car le soleil est au zénith à midi, alors que la couverture nuageuse est peu épaisse. Comme ces régions sont moins humides, car elles subissent moins l'influence des alizés et du processus d'évaporation, l'effet du rayonnement solaire augmente. C'est la raison pour laquelle une grande majorité des déserts de la planète se trouvent dans cette zone. En hiver, le rayonnement solaire est beaucoup moins fort et ces régions peuvent connaître temporairement une baisse importante des températures et précipitations supérieures.

Les zones tempérées comprises entre 40° et 60° : Dans les zones tempérées, l'angle d'incidence du rayonnement solaire est moins important et les températures moyennes y sont beaucoup plus fraîches que dans les zones subtropicales. Sur une année, la durée des jours et les saisons varient considérablement. Les phénomènes météorologiques extrêmes sont peu fréquents et les précipitations sont réparties tout au long de l'année : d'où le terme de « climat tempéré ».

Les zones froides comprises entre 60° et 90° : Les régions polaires et subpolaires comprises entre 60° de latitude et les pôles sont les zones qui bénéficient le moins de la chaleur des rayonnements solaires, car leur angle d'incidence est faible et ils se dispersent au sol. Comme l'inclinaison de l'axe de la Terre change par rapport au soleil, la durée des jours varie énormément dans ces régions. Pendant l'hiver, la durée d'ensoleillement est très courte, voire nulle dans les régions à proximité des pôles. À l'inverse, certaines régions connaissent le phénomène de jours polaires en été, où la durée d'ensoleillement est de 24 h par jour. La végétation, souvent clairsemée, ne pousse que pendant quelques mois dans l'année. Les conditions de vie sont très dures dans ces régions.

Les zones climatiques déterminent les types de flore et de faune, nos sources de nourriture, la façon dont nous construisons nos habitations et la façon dont nous nous habillons.

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage - 4

4.1. Le soleil réchauffe la surface de la Terre

Le but de cette activité est d'aider vos élèves à comprendre comment le soleil réchauffe la surface de la Terre, et pourquoi certaines régions enregistrent des températures plus élevées que d'autres.

Matériel nécessaire : un gros ballon (ballon de football, par exemple), enveloppé de papier blanc, ou un ballon blanc (cela représente la surface de la Terre) ; une bombe de peinture jaune (autre possibilité : vaporisateur de laque). Une torche peut également être utile pour cette activité, si vous avez la possibilité de plonger la salle dans le noir.

Consignes : Trace une ligne tout autour du ballon de façon à obtenir deux hémisphères : cette ligne représente l'équateur. Tiens la bombe de peinture à 20 cm du ballon environ, vise l'équateur (voir image ci-contre). Un seul spray rapide devrait suffire de façon à ne peindre qu'une zone.

À l'aide d'un marqueur, délimite la zone peinte et mesure-la.

Formulation d'hypothèses :

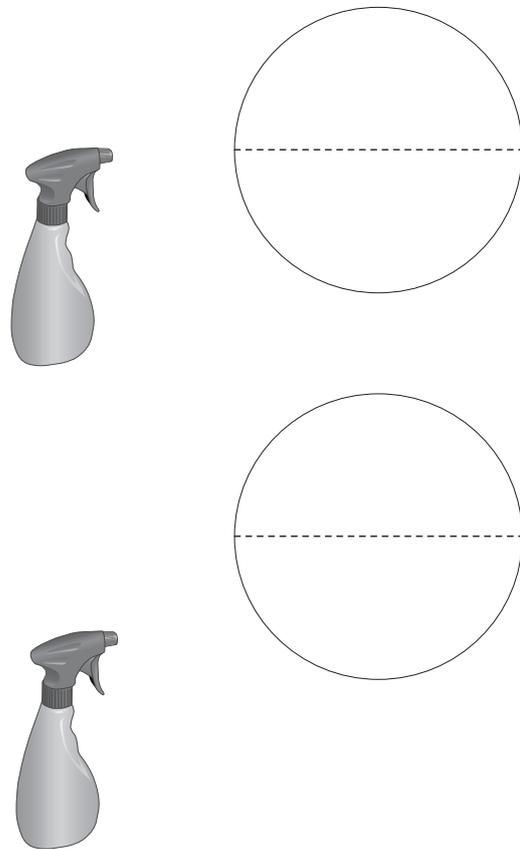
Posez la question suivante aux élèves : Que se passera-t-il si tu fais la même expérience, mais que tu vises une zone en dessous de l'équateur ?

Vise une zone en dessous de l'équateur en tenant le vaporisateur un peu plus bas, comme indiqué sur l'image. Garde toujours la bombe à la même distance du ballon, et vaporise la surface une seule fois, comme tu l'as fait précédemment.

Observation : Dites aux élèves d'observer quelle surface est recouverte cette fois-ci de peinture, et de la mesurer. Aidez vos élèves à expliquer pourquoi la surface peinte n'est pas identique d'une expérience à l'autre.

Interrogez la classe :

- Peux-tu établir une comparaison entre la couleur jaune de la peinture et la répartition de la chaleur du soleil sur la surface de la Terre ?
- Dans quelle mesure cela représente-t-il la quantité de chaleur reçue par la Terre ?
- Selon toi, pourquoi fait-il plus chaud dans les régions équatoriales que dans les zones situées plus au sud, vers les régions polaires ?
- Dans quelles zones de la planète se trouvent les mers les plus chaudes ?
- Selon toi, la quantité d'eau qui s'évapore des mers les plus chaudes est-elle différente ?
- Selon toi, quelles régions du monde enregistrent les températures et les précipitations les plus élevées ?



4.2. Les zones climatiques

Dessinez au tableau, ou sur une grande feuille de papier, le schéma ci-contre. Dessinez simplement le globe et l'équateur, si vous ne pouvez pas dessiner les continents. Demandez aux élèves de compléter le schéma à l'aide des mots suivants :

soleil, pôle Nord, rayons du soleil, pôle Sud, équateur.

Les élèves doivent ensuite colorier les zones les plus froides en bleu, et les zones les plus chaudes en rouge.

Étape suivante : Nous savons que le temps varie selon les époques de l'année : c'est ce que nous appelons les saisons. Certaines régions ont une saison humide et une saison sèche, d'autres ont quatre saisons : le printemps, l'été, l'automne et l'hiver. Pourquoi existe-t-il différentes saisons ?

La Terre tourne (est en orbite) autour du soleil selon un axe incliné.

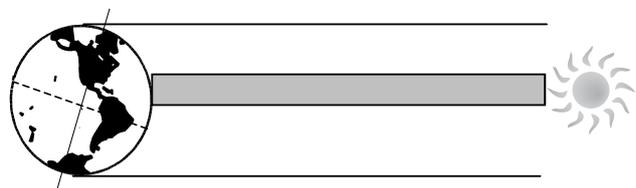
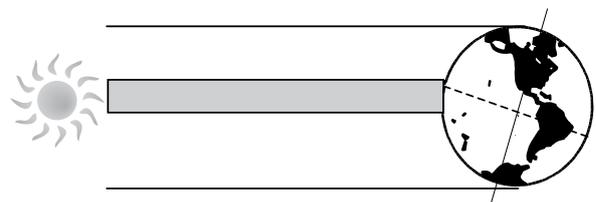
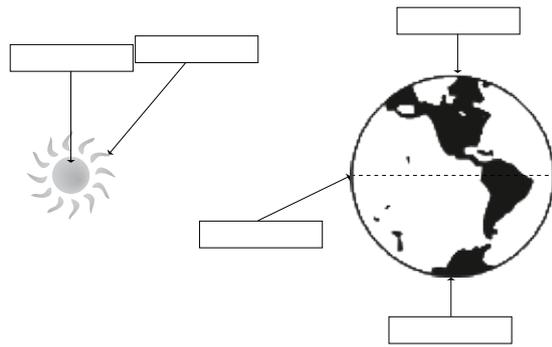
Dessinez au tableau, ou sur une grande feuille de papier, le schéma ci-contre. Dessinez simplement le globe et l'équateur, si vous ne pouvez pas dessiner les continents. Les élèves doivent ensuite colorier les zones les plus froides en bleu, et les zones les plus chaudes en rouge.

Demandez aux élèves quelles sont les différences entre cette image et la première image qu'ils ont coloriée. Ils doivent ensuite indiquer sur le schéma : été, sud de l'équateur, hiver, nord de l'équateur.

Six mois plus tard, la Terre a parcouru la moitié de son trajet autour du soleil. L'image ci-contre représente la nouvelle position de la Terre sur son orbite autour du soleil. Dessinez le schéma ci-contre au tableau ou sur une feuille.

Les élèves doivent ensuite colorier les zones les plus froides en bleu, et les zones les plus chaudes en rouge. Demandez aux élèves quelles sont les différences entre cette image, et la première et la deuxième image qu'ils ont coloriées.

Demandez aux élèves d'expliquer pourquoi les zones chaudes et froides de la planète changent. Quelles conséquences cela peut-il entraîner ?



4.3. Activité supplémentaire sur les zones climatiques.

Objectifs pédagogiques :

La position du soleil au-dessus de la surface de la Terre change tout au long de l'année, car la Terre tourne sur elle-même selon un angle d'inclinaison de $22,5^\circ$, et elle se trouve en même temps en orbite autour du soleil. La Terre met une année pour effectuer une rotation complète autour du soleil. Le déplacement du soleil au-dessus de la surface de la Terre est à l'origine des régimes météorologiques saisonniers et des zones climatiques dans le monde.

Dites à vos élèves de recopier l'image 4, en incluant l'équateur et les latitudes, et d'indiquer leur pays sur la carte.

En prenant modèle sur les schémas de l'exercice précédent, demandez-leur de colorier les différentes zones : en rouge les régions tropicales, en orange les régions subtropicales, en vert les régions tempérées, et en bleu les régions polaires.

4.4. Étude pratique : qu'est-ce que la pression atmosphérique ?

Cette activité vise à montrer aux élèves que l'air a une masse et qu'il exerce une pression.

Activité : L'air a-t-il une masse ?

Matériel nécessaire : 2 ballons, un bâton ou une tige de bambou d'une longueur d'environ 45 cm, une ficelle, un morceau de ruban adhésif, une éprouvette graduée, un tube.

Consignes :

Gonfle les ballons de façon à ce qu'ils aient la même taille.

Attache la ficelle au centre du bâton pour pouvoir le suspendre.

Sur chaque ballon, colle un morceau de bande adhésive, puis attache les ballons au bâton. Déplace les ballons jusqu'à ce qu'ils s'équilibrent l'un l'autre.

Perce délicatement l'un des ballons à travers le morceau de bande adhésive : cela n'est pas évident d'y arriver du premier coup, mais en s'appliquant, il est possible de percer le ballon pour laisser échapper seulement un mince filet d'air.

Tandis que l'air s'échappe du ballon, ce dernier devient plus léger et l'autre ballon descend.

Demandez aux élèves de rendre compte de leurs observations : quels changements constatez-vous ? Vous attendiez-vous à un tel résultat ? Pouvez-vous expliquer ce phénomène ?

(Adapté du SEREAD)

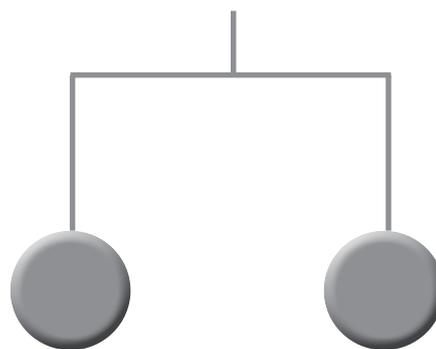


Image 5 – Le phénomène d’oscillation australe El Niño (ENSO) et la variabilité climatique

L'image présente le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO) comme un facteur important de la variabilité climatique en Océanie. Trois illustrations montrent les conditions météorologiques lors d'une année normale, lors d'une année El Niño, et lors d'une année La Niña.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> décrire les régimes météorologiques prévus dans leur pays pendant les périodes El Niño et La Niña ; établir un rapport entre ces régimes météorologiques et les changements de vitesse et de direction des vents. 	Questions d'orientation pour interpréter l'image Comment reproduire le phénomène El Niño ?

Discussion

Demandez à vos élèves d'observer les trois illustrations et posez-leur les questions suivantes :

- Quelles sont les différences dans les trois illustrations ?
- Que signifient « El Niño » et « La Niña » dans votre langue maternelle ?
- Avez-vous déjà entendu quelqu'un parler d'El Niño et de La Niña ? Si oui, à quel sujet ?
- Que se passe-t-il pendant une période El Niño et une période La Niña dans votre pays ?
- Où pouvez-vous obtenir les prévisions météorologiques ?
- Comment peut-on se préparer à faire face à une période El Niño et à une période La Niña ?

La variabilité climatique se rapporte aux variations de l'état moyen du climat se produisant sur plusieurs mois, plusieurs années et plusieurs décennies. (PROE, 2012)

Les saisons chaudes et froides, humides et sèches, diffèrent d'une année à l'autre. On appelle ce phénomène naturel « variabilité climatique ». Lorsque l'on observe des changements supérieurs aux phénomènes habituellement recensés, et que cela crée une tendance à long terme, on parle alors de **changement climatique**.

Expliquez aux élèves la différence entre la variabilité climatique et le changement climatique. Vous pouvez associer l'image 5, aux images 2 (Le cycle hydrologique), 3 (Le climat océanique) et 6 (Les causes du changement climatique).

Il n'est pas aisé d'expliquer le phénomène ENSO. Vous pouvez, par exemple, baser votre argumentation sur les réponses de vos élèves, au fur et à mesure que vous leur faites découvrir chaque illustration individuellement (voir l'encadré ci-dessous). Dans la mesure du possible, essayez de faire le lien entre les phénomènes El Niño et La Niña et des expériences personnelles.

N'attendez pas de vos élèves qu'ils soient capables de décrire exactement ces phénomènes. L'essentiel est que les élèves découvrent les conditions météorologiques qui sont propres à leur pays pendant les périodes El Niño et La Niña. En fonction de la situation géographique de leur île, les élèves peuvent faire l'expérience de conditions météorologiques très sèches ou très humides, qui peuvent entraîner des inondations ou bien des périodes de sécheresse. Ces phénomènes ont à leur tour des conséquences certaines sur l'approvisionnement en eau et alimentaire, et sur les habitations, les ponts, les routes et la santé. Les textes explicatifs des images 9 (Pasifika, après le passage d'un cyclone ou d'une violente tempête) et 10 (Pasifika, durant un épisode de sécheresse) peuvent servir de support pour cette activité.

Si vous possédez un ordinateur fixe ou portable, vous pouvez montrer aux élèves le film *The climate crab* qui aide à comprendre scientifiquement les phénomènes El Niño et La Niña, et les conséquences qu'ils entraînent. Vous pouvez le trouver sur le site suivant : www.pacificclimatechangescience.org/climatecrab ou en DVD). Il existe un autre court métrage, *Cloud Nasara*, qui porte spécifiquement sur Vanuatu, et que vous pouvez trouver à l'adresse suivante : www.pacificclimatechangescience.org/animations/cloudnasara/. (ABM-CSIRO-RCCC, 2013)

El Niño et La Niña

Le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO), source d'importantes variations climatiques (ou variabilité) dans le Pacifique, est l'une des caractéristiques du climat océanien qui se manifeste environ tous les trois à sept ans. L'expression El Niño était à l'origine utilisée par les pêcheurs péruviens qui avaient remarqué que la pêche à l'anchois était parfois peu fructueuse juste avant Noël, et que cette période correspondait à un régime climatique à grande échelle : ils ont baptisé ce phénomène El Niño, ce qui signifie en espagnol « l'Enfant Jésus ». Le phénomène opposé, baptisé La Niña (« petite fille » en espagnol), correspond au contraire à une excellente saison de pêche.

Le phénomène d'oscillation australe d'El Niño (ENSO) a une incidence sur les conditions météorologiques à l'échelon mondial : même si la température de la mer ne varie que de quelques degrés, la zone concernée couvre une telle surface que les modèles météorologiques se trouvent modifiés de façon significative. ENSO est un phénomène « couplé », où l'océan et l'atmosphère interagissent fortement.

Périodes neutres

Dans le Pacifique occidental, une warm pool s'enfonce dans les profondeurs de l'océan. Sous l'effet de la chaleur, les molécules d'eau s'écartent les unes des autres, ce qui provoque une augmentation du volume d'eau. Comme ce volume d'eau supplémentaire ne peut pas traverser le fond de l'océan, il s'étend vers le haut et provoque l'élévation du niveau de la mer dans le Pacifique occidental (à proximité de l'équateur). De forts alizés soufflent d'est en ouest dans la zone équatoriale et provoquent une accumulation des eaux de surface à l'ouest.

La warm pool provoque également une remontée d'air chaud et humide dans l'atmosphère (voir l'illustration montrant les nuages chargés de pluie, l'image 2 montrant le phénomène d'évaporation, et l'image 3 montrant la warm pool), qui entraîne la formation d'orages et de cyclones dans le Pacifique occidental. (Gombus, Atkinson et Wongbusarakum, 2011)

Épisodes El Niño

Lorsque les alizés soufflant de l'est vers l'équateur faiblissent, cela provoque un épisode El Niño. Ces vents soufflent normalement d'est en ouest, mais ils faiblissent parfois, changent même de direction et soufflent alors d'ouest en est. La zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS) se déplace alors vers le nord-est par rapport à sa position normale. Lorsque les alizés faiblissent, les courants d'eaux chaudes qui traversent le Pacifique d'est en ouest ralentissent. Cela empêche aussi la remontée des eaux froides le long de la côte ouest de l'Amérique du Sud. Par conséquent, les eaux chaudes qui devraient normalement se trouver dans la région océanienne occidentale se re-déplacent vers l'est, et une partie de ces eaux reste le long de la côte ouest de l'Amérique du Sud. La région océanienne occidentale se refroidit, l'Australie et les pays insulaires du Pacifique occidental connaissent des périodes de sécheresse, et la côte ouest de l'Amérique du Sud et le Pacifique central, dont les conditions météorologiques sont plus humides et plus chaudes, peuvent essuyer de violentes tempêtes et des inondations. Certaines années, généralement lorsque le phénomène ENSO est très fort, la ZCPS se décale de façon importante par rapport à sa position normale en se superposant presque à l'équateur, et a une forte incidence sur de nombreux pays insulaires océaniques.

Épisodes La Niña

La Niña est la phase froide d'ENSO, lorsque l'océan Pacifique oriental est plus froid que la normale. Les alizés sont plus forts et favorisent davantage le déplacement des eaux chaudes vers le Pacifique occidental. La ZCPS se re-déplace vers le sud-ouest, ce qui engendre des conditions météorologiques plus humides dans les zones tropicales australiennes, en Nouvelle-Zélande, et dans les pays insulaires océaniques occidentaux, qui sont plus fréquemment frappés par des cyclones, des inondations et l'élévation du niveau de la mer responsable de l'érosion de leur littoral. De l'autre côté du Pacifique, les pêcheurs d'Amérique du Sud bénéficient d'une excellente saison de pêche.

Grâce aux archives existantes en matière de climat, et à l'aide informatique qui permet de prédire les changements à venir, les climatologues pensent que les phénomènes El Niño-La Niña vont devenir deux fois plus fréquents à la fin du XXI^e siècle qu'au cours du XX^e siècle.

(ABM-CSIRO, 2011 et PROE, 2012)

5.1. Comment reproduire le phénomène El Niño ?

Objectif : Vous pouvez mettre en œuvre un système pour illustrer le rôle des alizés lors d'un cycle El Niño et l'impact que cela peut avoir sur la remontée d'eaux profondes froides vers la surface de la mer. Il est préférable de faire cette expérience une fois que les élèves ont compris les principes de base du phénomène El Niño.

Matériel nécessaire :

Un récipient en plastique transparent rectangulaire, d'environ 45 cm x 10 cm x 10 cm (un aquarium, par exemple, ou à défaut, un récipient alimentaire en plastique transparent), de l'eau, de l'huile de cuisson (de l'essence de térébenthine ou de l'huile minérale feront également l'affaire), du colorant alimentaire bleu, un sèche-cheveux, une carte de l'Océan Pacifique.

Comment mettre en œuvre votre démonstration ?

Remplissez le bac d'eau jusqu'à 2 cm du bord.

Ajoutez du colorant alimentaire bleu afin de reproduire la couleur de l'océan.

Ne mélangez pas le colorant à l'eau, de façon à ce qu'une partie du colorant se dépose au fond de l'eau et lui donne une teinte plus foncée. Cela permettra de mieux visualiser la remontée des eaux froides.

Versez délicatement l'huile sur la surface de l'eau. Attendez quelques instants jusqu'à ce que deux couches se forment.

Sur le récipient, indiquez l'ouest (Indonésie) et l'est (Amérique du Sud). Branchez le sèche-cheveux.

Attention : Gardez le sèche-cheveux au sec.

Expliquez aux élèves que :

- Les différentes couches de liquide dans le récipient en plastique visent à représenter une coupe transversale du Pacifique Sud équatorial ;
- L'huile représente les eaux chaudes de surface, réchauffées par le soleil ;
- L'eau bleue représente les eaux froides qui se trouvent en-dessous des eaux chaudes de surface et qui ont traversé les régions méridionales plus froides ;
- Le sèche-cheveux va représenter les alizés.

Les élèves peuvent-ils prédire ce que vous allez faire ?

Consignes :

- Allume le sèche-cheveux de façon à créer un fort courant d'air (il n'est pas nécessaire que l'air soit chaud) et oriente le « vent » d'est (Amérique du Sud) en ouest (Indonésie) juste au-dessus de la surface d'eau recouverte d'une nappe d'huile. (Figure 5.1)
- Garde cette position pendant quelques instants, puis ajoute quelques gouttes de colorant alimentaire à « l'ouest » du récipient (le colorant devrait se déposer au fond du récipient).
- Garde le sèche-cheveux allumé dans la même position. Insert the diagram Figure 5.1

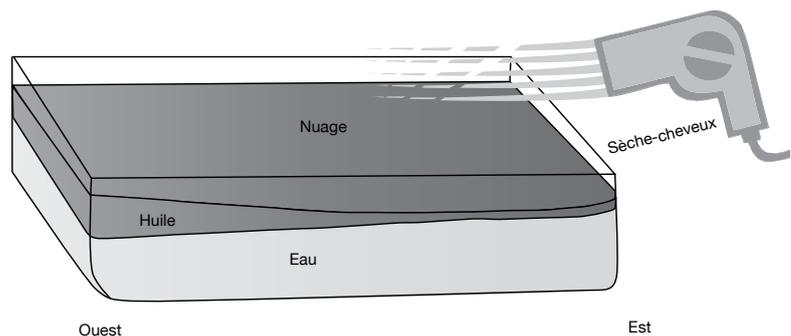


Figure 5.1

Question : Interrogez les élèves sur l'incidence des alizés sur les eaux « chaudes » et les eaux « froides ». Utilisez leurs réponses pour alimenter le débat autour de cette question. Demandez-leur de dessiner ce qu'ils voient (il devrait être possible de montrer la remontée des eaux froides vers la surface).

Formulation d'hypothèses : Quelles seraient les conséquences s'il n'y avait plus d'alizés ou si ces vents faiblissent ?

Pour cela, diminuez la puissance des « alizés », soit en diminuant la puissance du sèche-cheveux, soit en l'éloignant de la surface de « l'océan » afin de créer des vents plus faibles. Que se passe-t-il lorsque les alizés faiblissent ?

Est-ce que cette expérience confirme les hypothèses des élèves ? Demandez-leur de dessiner ce qu'ils voient.

Explication du phénomène El Niño

Si nécessaire, décrivez aux élèves le phénomène en même temps que vous faites votre démonstration. Les « alizés » (représentés par le sèche-cheveux) poussent les eaux chaudes de l'autre côté du Pacifique, qui s'accumulent à l'ouest (Indonésie). C'est ce qui se passe en temps normal dans le Pacifique équatorial.

L'eau colorée en bleu représente les eaux froides : les élèves peuvent avoir remarqué qu'elles remontent vers la surface du côté est (Amérique du Sud). Dans l'océan Pacifique, ce phénomène permet la remontée des eaux froides riches en nutriments vers la surface : le plancton se nourrit de ces nutriments, et les poissons se nourrissent à leur tour de plancton, ce qui explique pourquoi ces zones sont particulièrement poissonneuses et possèdent une faune marine si riche.

Lorsqu'il n'y a pas d'alizés ou qu'ils sont faibles, les « eaux chaudes » retraversent « l'océan » d'ouest (Indonésie) en est (Amérique du Sud) : c'est ce qui se passe pendant un épisode El Niño (il se peut que vous ayez besoin de renouveler cette expérience plusieurs fois afin que les élèves puissent bien observer le déplacement de l'eau).

Cela empêche la remontée des eaux froides et le plancton ne peut pas se nourrir de nutriments : la saison de pêche est par conséquent mauvaise.

Les eaux chaudes dévient également le long des côtes d'Amérique du Nord et d'Amérique du Sud, ce qui est source d'autres problèmes.

Activité complémentaire : Exemples de sujets de discussion

Selon vous, comment les eaux chaudes traversent-elles les mers à l'échelon mondial ?

Qu'en est-il de l'humidité de l'air au-dessus des eaux chaudes ? (L'air se réchauffe et affiche un taux d'humidité plus élevé du fait du processus d'évaporation de l'eau - voir le cycle hydrologique.)

Si la masse d'eaux chaudes se répand dans tout l'océan Pacifique, cela aura-t-il des conséquences sur la fréquence des cyclones qui pourraient frapper ta région ?

(Adapté du SEREAD)

Image 6 – Les causes du changement climatique

Cette image montre le renforcement de l'effet de serre et a été élaborée afin d'aborder la problématique du changement climatique dans le Pacifique. On peut y voir diverses sources d'émissions de gaz à effet de serre (GES) : les usines, les camions, les bateaux, les avions et les voitures émettent du dioxyde de carbone, et certaines de ces sources émettent aussi de l'oxyde nitreux car elles brûlent des combustibles fossiles. On peut voir sur l'image un incendie de forêt et une décharge à ciel ouvert, et des arbres ont été coupés – tous ces éléments rejettent du dioxyde de carbone. Les rizières et les ruminants (les vaches, les chèvres, etc.), quant à eux, émettent du méthane.

Les petites molécules sur l'image représentent les gaz à effet de serre. La source principale d'émissions de GES dans le monde, ainsi que dans le Pacifique, est la combustion de combustibles fossiles pour produire de l'énergie. Les déchets organiques, le déboisement, l'agriculture, l'élevage, et les éruptions volcaniques contribuent aussi aux émissions de GES.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none">• nommer les principaux gaz à effet de serre (GES) ;• décrire des causes majeures du changement climatique ;• expliquer la raison pour laquelle on emploie le terme « serre ».	Questions d'orientation pour interpréter l'image Comment le soleil réchauffe-t-il la Terre ?

Discussion

Demandez à vos élèves d'observer et de décrire l'image. Demandez-leur s'ils ont déjà entendu parler de l'atmosphère et du rayonnement solaire. Savent-ils ce qu'est une usine et ce qu'est la combustion ? Se sont-ils déjà demandé d'où venait l'électricité qui alimente leur maison ? Qu'est-ce qu'un combustible fossile ? Qu'est-ce que le dioxyde de carbone ? Qu'est-ce que l'effet de serre ? Qu'est-ce que les gaz à effet de serre ? Si nécessaire, vous pouvez expliquer à vos élèves toutes ces notions, à l'aide des informations générales présentées dans les pages qui suivent.

Une fois que toutes les interrogations des élèves ont été élucidées et que les notions élémentaires relatives à l'effet de serre ont été comprises, vous pouvez leur demander de travailler sur l'image et leur poser les questions suivantes :

- Quelles sont les sources d'émissions de gaz à effet de serre ? (Faire la distinction entre les facteurs d'origine humaine et les causes naturelles, telles que les feux de brousse et les volcans.)
- Quelles régions du monde sont à l'origine de ces productions ?
- Quelles sont les conséquences du renforcement de l'effet de serre ? (Réchauffement climatique.)
- Comment pouvons-nous endiguer ou ralentir ce processus (réduire les émissions/atténuation)... au niveau individuel ? ... au niveau national ? ... au niveau mondial ?

Proposez à vos élèves de demander à leurs parents et grands-parents s'ils ont constaté des changements en termes de conditions météorologiques au cours des années, et si oui, lesquels. Leurs réponses seront sans doute très instructives.

L'effet de serre

Le mélange de gaz dans l'atmosphère filtre en partie les rayonnements solaires incidents, et empêche le renvoi des rayonnements de grande longueur d'onde dans l'atmosphère. Ce phénomène de rétention de chaleur, appelé « effet de serre », permet de préserver des températures adaptées à la vie sur Terre depuis des millénaires. Grâce aux gaz à effet de serre (GES), la surface de la Terre conserve une température moyenne de 15 °C. Sans ces gaz, la température moyenne sur Terre chuterait à -18 °C.

On utilise le terme « serre » pour décrire ce phénomène, car les GES fonctionnent de la même manière que les panneaux de verre d'une serre, qui permet de cultiver des fleurs et des légumes dans des lieux où la température extérieure est trop basse. Le principe de la serre est de retenir la chaleur et de garder les températures intérieures plus élevées qu'à l'extérieur. On pourrait comparer ce dispositif à une voiture qui resterait au soleil les vitres fermées. Toutefois, il est important de préciser que le phénomène de rétention de chaleur dans une serre ou dans une voiture ne fonctionne pas de la même manière dans l'atmosphère : la voiture ou la serre bloque la convection, alors que l'atmosphère a le pouvoir d'arrêter certains rayons, non la convection.

Voici comment fonctionne l'effet de serre, étape par étape, en suivant les flèches de gauche à droite sur l'image 6 :

1. Le rayonnement solaire atteint l'atmosphère (rayonnement solaire incident de 343 W/m²).
2. Une partie de ce rayonnement solaire est réfléchi par l'atmosphère et par la surface de la Terre vers l'espace (rayonnement solaire ascendant de 103 W/m²).
3. La surface de la Terre absorbe l'énergie solaire et se réchauffe (169 W/m²).
4. L'énergie solaire, convertie en chaleur, est renvoyée dans l'atmosphère sous forme de rayonnements de grande longueur d'onde (rayonnement infrarouge).
5. Ces rayonnements sont absorbés en partie et réémis par les molécules de gaz à effet de serre, ce qui entraîne le réchauffement de la surface de la Terre et de la troposphère.
6. La surface du sol se réchauffe davantage et émet à nouveau un rayonnement infrarouge.
7. Une partie de ce rayonnement infrarouge traverse l'atmosphère et se perd dans l'espace (rayonnement infrarouge sortant net : 240 W/m²).

(Rekacewicz, 2005)

Le renforcement de l'effet de serre est responsable du réchauffement de la planète

L'augmentation de la concentration des GES dans l'atmosphère, à un rythme toujours croissant au cours des 250 dernières années et en raison des activités humaines (combustion des combustibles fossiles, déboisement sans renouvellement des plantations et augmentation des émissions provenant de l'agriculture), suscite une grande préoccupation. Le surplus d'émissions de GES a pour effet de renforcer l'effet de serre, et de provoquer un réchauffement de la planète à l'origine du changement climatique.

Il est important que les élèves comprennent que les gaz à effet de serre jouent un rôle essentiel et qu'ils sont naturellement présents dans l'atmosphère : leur présence est nécessaire pour que notre planète soit habitable. Le réchauffement de la planète est dû à une trop forte concentration de GES dans l'atmosphère et au renforcement de l'effet de serre. L'augmentation des températures a également d'autres incidences sur le système climatique. On qualifie ce phénomène global de changement climatique dû à des facteurs anthropiques (d'origine humaine).

Les principaux gaz à effet de serre (Organisation météorologique mondiale, OMM) :

Le dioxyde de carbone (CO₂) : Ce GES représente une faible proportion des gaz atmosphériques, mais c'est l'un de ceux qui a le plus d'impact en matière de changement climatique. Les éruptions volcaniques, les incendies d'origine naturelle, et le processus de respiration des végétaux et des animaux libèrent du CO₂ qui se trouve naturellement présent dans l'atmosphère, mais ce GES résulte également des activités humaines, telles que la production d'énergie au moyen de combustibles fossiles et le déboisement. La durée de séjour du CO₂ dans l'atmosphère est importante, ce qui renforce l'impact de ce gaz. C'est le facteur le plus important du réchauffement de la planète : à l'heure actuelle, il est responsable de trois quarts des émissions de GES. Par l'action de l'homme, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a augmenté de 40 % (EPA, 2010) depuis la révolution industrielle. Ce gaz compte pour 60 % du réchauffement climatique.

Le méthane (CH₄) : C'est le deuxième GES le plus important, à la fois d'origine naturelle et anthropique. Le méthane résulte principalement de la décomposition de matières organiques (dans les décharges et lors de procédés agricoles, par exemple, notamment la culture du riz), ainsi que de la digestion des ruminants (vaches, chèvres, etc.). C'est un GES plus puissant que le CO₂, car il peut absorber davantage de chaleur. Cependant, le CH₄ est présent en bien plus faibles quantités dans l'atmosphère que le CO₂.

L'oxyde nitreux (N₂O) : C'est un GES très puissant qui est produit en grandes quantités par le secteur agricole, plus particulièrement lors de la production et de l'utilisation d'engrais chimiques. La combustion des combustibles fossiles et le traitement des déchets émettent également du N₂O.

Les chlorofluorocarbones (CFC) : Ces gaz de synthèse ont été conçus à des fins industrielles, principalement pour les réfrigérateurs et les climatiseurs. Leur utilisation est à présent réglementée par le Protocole de Montréal, car ils sont responsables en partie de la destruction de la couche d'ozone.

La vapeur d'eau (H₂O) et les aérosols contribuent à l'effet de serre :

Bien que présente en grande quantité dans l'atmosphère, la vapeur d'eau n'y reste que peu de temps. Comme l'activité humaine a très peu d'incidence sur la quantité d'eau contenue dans l'atmosphère, la vapeur d'eau n'est pas considérée comme un GES, bien que ses effets soient similaires à un gaz à effet de serre.

Les aérosols atmosphériques sont constitués de fines particules solides ou de gouttelettes liquides contenues dans un gaz. Ils interviennent par exemple dans la formation des nuages, ou de fumée et de brumée (smog) résultant de la pollution atmosphérique. Les aérosols peuvent disperser ou absorber les rayonnements solaires. La dispersion des rayonnements solaires participe au refroidissement de la planète, tandis que l'absorption des rayonnements solaires provoque directement le réchauffement de l'atmosphère. Les activités humaines contribuent à l'augmentation de la quantité d'aérosols présents dans l'atmosphère, et ce, de diverses manières : les activités agricoles produisent souvent des particules de poussière, tandis que la combustion de la biomasse (bois) génère un mélange de gouttelettes de matière organique et de particules de suie. En outre, les procédés industriels et les émissions de gaz d'échappement dues aux transports produisent un riche mélange de polluants : soit ce sont des aérosols, soit des réactions chimiques dans l'atmosphère les transforment en aérosols.

Émission : Rejet d'un gaz dans l'atmosphère.
(PROE, 2012)

Le réchauffement de la planète et le changement climatique

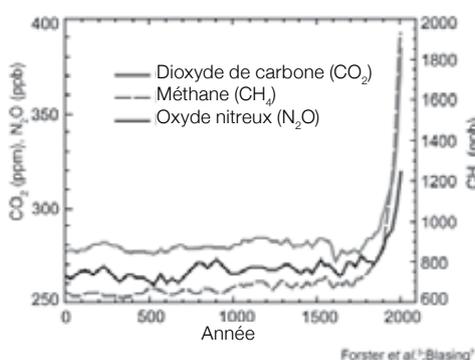
La Terre s'est réchauffée et refroidie plusieurs fois tout au long de sa longue histoire. Le climat a changé pour plusieurs raisons : variations de l'ensoleillement de la Terre dues à de légères modifications de son orbite, modification de l'atmosphère ou de la surface de la Terre, ou variation de l'énergie solaire. (NASA, 2013)

Depuis le début du XXe siècle, l'activité industrielle a été multipliée par 40, et les émissions de GES par 10. Les transports, l'électricité, le chauffage et l'industrie dépendent essentiellement de la combustion des combustibles fossiles. La concentration de CO₂ dans l'atmosphère, qui était d'environ 280 parties par million (ppm) au début du siècle, est montée à presque 400 ppm en 2013 (Dr Pieter Tans, NOAA/ESRL & Dr Ralph Keeling, 2013). Selon les scientifiques et les experts en climatologie, le seuil limite de CO₂ dans l'atmosphère est de 350 ppm.

La concentration de méthane (CH₄) dans l'atmosphère a également augmenté : elle était de 700 parties par milliard (ppb) avant l'ère industrielle, et atteignait 1 789 ppb en 2007 (voir Figure 6.1).

Le réchauffement de la planète est l'augmentation exceptionnellement rapide de la température moyenne à la surface de la Terre au cours du siècle dernier, causée principalement par les gaz à effet de serre produits par la combustion des combustibles fossiles. La température moyenne à la surface de la Terre a augmenté d'environ 0,6 à 0,9 °C (1,1 à 1,6 °F) entre 1906 et 2005, et le taux d'augmentation de la température a presque doublé au cours des 50 dernières années. Il est certain que les températures vont continuer d'augmenter (voir Figure 6.2 ; NASA, 2013).

Le terme « **changement climatique** » est employé par les scientifiques, les politiciens et les experts pour décrire les changements du climat de l'ensemble de la planète générés par les activités humaines (changement climatique anthropique), ou des processus naturels qui se produisent déjà ou qui doivent se produire. Parmi ces changements, on compte : l'augmentation de la température de l'air et de la surface de la mer, la modification des régimes des précipitations, l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, et la modification de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes comme les épisodes de sécheresse, les inondations et les cyclones tropicaux. Par rapport aux changements climatiques naturels, l'évolution du changement climatique anthropique devrait être beaucoup plus rapide et constituer un défi de taille pour les systèmes naturels et humains. (PROE, 2012)



Les hausses constatées depuis 1750 dans les concentrations des trois gaz sont imputables à l'activité anthropique de l'ère industrielle. La concentration est exprimée en parties par million (ppm) ou en parties par milliard (ppb) et désigne le nombre de molécules de gaz à effet de serre par million ou milliard de molécules d'air.

Figure 6.1 : Augmentation des GES depuis 1750 (Forster et al., 2007 ; Blasing, 2008)

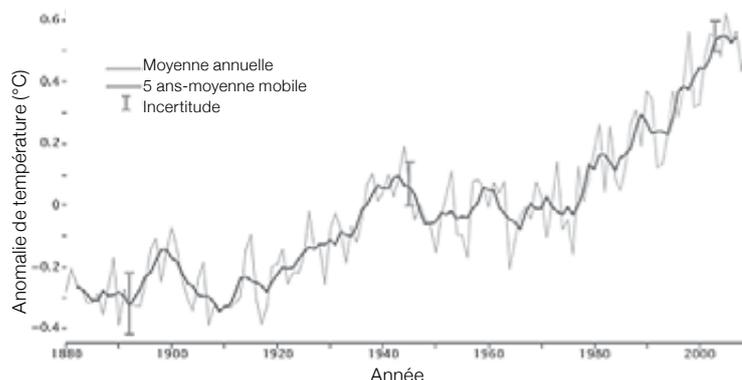


Figure 6.2 : Température moyenne à la surface de la Terre (NASA/Observatoire de la Terre, 2013)

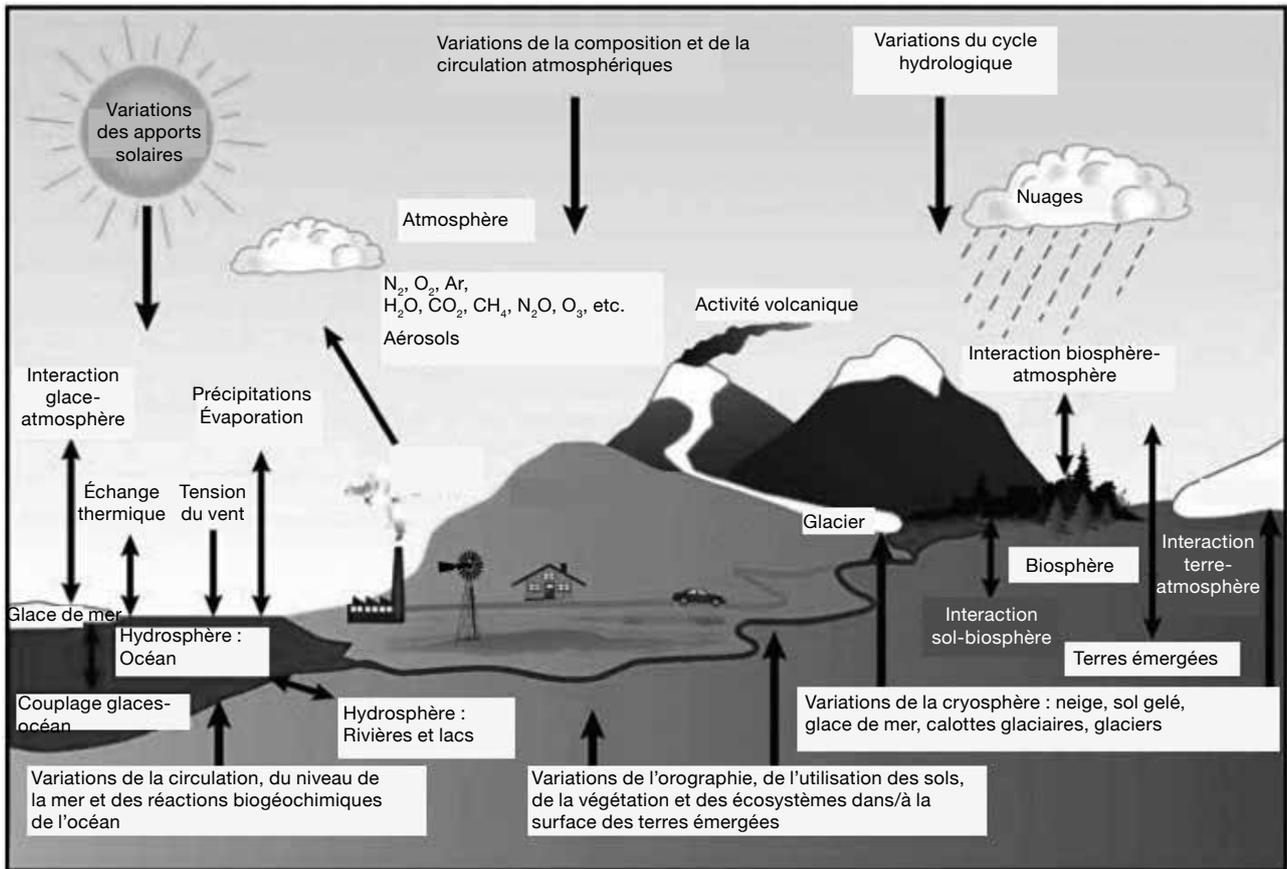


Figure 6.3 : Schéma représentant les différents facteurs ayant une incidence sur le changement climatique (CIPV, 2007)

La Figure 6.3, qui peut être exploitée en complément de l'image 6, montre dans une certaine mesure la complexité et l'interdépendance des facteurs qui contribuent au changement climatique. Si possible distribuez des copies de ce schéma à vos élèves.

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage — 6

6.1. Comment le soleil réchauffe-t-il la Terre ?

Objectifs pédagogiques :

- L'eau peut contenir davantage d'énergie thermique que le sable ou la terre.
- C'est la raison pour laquelle elle se réchauffe et se refroidit plus lentement.
- La mer contient une grande quantité d'énergie thermique. La quantité d'énergie thermique contenue dans la mer jusqu'à 3 mètres de profondeur est équivalente à la quantité d'énergie thermique contenue dans toute l'atmosphère.
- Quelles seraient les conséquences pour la Terre de l'augmentation de la fonte des glaces et du réchauffement des océans ?

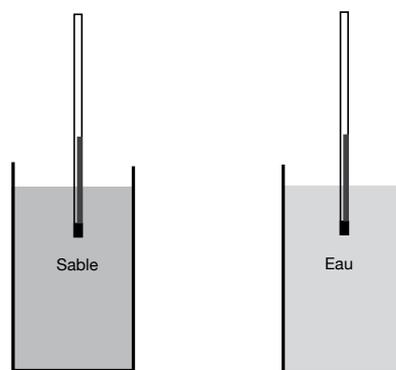


Matériel nécessaire pour chaque groupe : 2 bocaux, du sable, de l'eau, 2 thermomètres.

Consignes pour chaque groupe :

Remplis un bocal de sable (la « terre »), et l'autre, d'eau (la « mer ») ;

1. Place un thermomètre dans le bocal rempli de sable, de façon à ce que son extrémité soit enfouie à 3-4 cm de profondeur ;
2. Place l'autre thermomètre dans le bocal rempli d'eau, de façon à ce que son extrémité soit immergée à 3-4 cm de profondeur. Tu peux utiliser un bout de carton percé en son centre et fixé au bocal à l'aide d'un ruban adhésif pour maintenir le thermomètre, si tu n'as pas de dispositif de fixation à disposition.
3. Place les bocaux au soleil.



Formulation d'hypothèses : Lequel des deux bocaux se réchauffera le plus vite, celui représentant la terre ou celui représentant la mer ?

Phase d'observation :

1. Demandez à chaque groupe de relever la température dans chaque bocal au début de l'expérience.
2. À l'aide d'une grille, notez au tableau les résultats pour chaque groupe.
3. Demandez aux élèves de relever à nouveau les températures 10 minutes plus tard.
4. Demandez aux élèves de reprendre les températures toutes les 10 minutes, et ce pendant 40 minutes.

Question : Vos hypothèses sont-elles justes ?

Dans quel bocal la température a-t-elle le plus augmenté ?

Les élèves peuvent reporter sur un graphique les températures enregistrées, puis comparer les résultats obtenus par chaque groupe avec la moyenne des températures obtenue par l'ensemble de la classe.

D'après les résultats obtenus, quelles sont les conséquences du réchauffement sur notre climat, en particulier sur les zones littorales ?

Activité complémentaire :

Formulation d'hypothèses : Si les bocaux sont placés à l'ombre ou dans un endroit frais, dans quel bocal la température va-t-elle baisser le plus vite ?

Observation : Place les bocaux à l'abri du soleil, où tu vas les laisser pendant 30 minutes. Enregistre les températures dans chacun d'entre eux au début de l'expérience, puis relève les températures toutes les 10 minutes.

Question : Tes hypothèses sont-elles justes ?

Que s'est-il passé ? Peux-tu expliquer ce phénomène ?

D'après les résultats obtenus, quelles sont les conséquences du réchauffement sur notre climat, en particulier sur les zones littorales ?

Que se passerait-il si nous enveloppions « la Terre » dans une couverture ?

Procure-toi deux sacs en plastique transparent, dans lesquels tu placeras les bocaux. Ferme bien les sacs de façon à ce qu'ils soient hermétiques. Refais l'expérience précédente.

Formulation d'hypothèses : Que va-t-il se passer au niveau des températures enregistrées ? Pourquoi ?

Que va-t-il se passer si l'on met les bocaux à l'ombre ? Pourquoi ?

Observation : Relève les températures comme précédemment, puis discute des résultats obtenus.

(Adapté du SEREAD)

Image 7 – Les liens d’interdépendance

C’est peut-être l’une des images les plus difficiles à exploiter avec les élèves, mais c’est sans doute aussi la plus importante. L’image 7 montre certains liens d’interdépendance entre la Terre, l’atmosphère et l’océan. Elle montre une lentille d’eau douce contaminée par un mauvais système d’assainissement des eaux, des cimetières, des animaux et des déchets solides. L’élévation du niveau de la mer, associée à la surexploitation des ressources en eau douce, est responsable du phénomène d’intrusion d’eau salée. On peut observer dans les tarodières quelques plantes saines, et d’autres qui souffrent de l’intrusion d’eau salée. Le long du littoral, on peut voir sur l’image que l’extraction de sable des plages contribue à l’érosion côtière. On peut voir que les molécules de CO₂ sont émises par la combustion des déchets et le déboisement, mais qu’elles sont aussi absorbées par les plantes lors de la photosynthèse, ainsi que par les océans. À droite de l’image, la présence de molécules de dioxyde de carbone et d’acide carbonique dans l’océan illustre l’acidification des océans. L’image souligne également l’impact de l’élévation de la température des eaux de surface sur les récifs coralliens, qui provoque leur blanchissement. À gauche de l’image, on peut voir les conséquences de la contamination et de l’élimination des déchets sur la mer.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Activités d’enseignement et d’apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> • identifier certains liens d’interdépendance entre terre et mer ; • identifier certaines incidences possibles du changement climatique et des pratiques non durables sur ces liens d’interdépendance ; • identifier certaines incidences possibles du changement climatique et des pratiques non durables sur les émissions de carbone. 	Questions d’orientation pour interpréter l’image Exercice sur l’acidification des océans Construis un arbre Quelles sont les caractéristiques de l’eau de mer ? Quelles sont les différences de comportement entre l’eau chaude et l’eau froide ?

Discussion

Demandez aux élèves d’expliquer ce qu’ils voient sur l’image.

Voici une liste de questions que vous pourriez poser à vos élèves, suivies de la réponse :

- Décrivez les différentes scènes apparaissant sur l’image.
- Quelles sont les conséquences de ces phénomènes sur la terre et la mer, ainsi que sur les plantes et les animaux qui vivent à cet endroit ?
(Jeter des déchets dans la mer provoque l’augmentation des taux de nutriments dans l’écosystème, en particulier les taux d’azote, et favorise la prolifération d’algues qui peuvent tuer le plancton et certaines espèces de petits poissons et de crustacés. Les eaux peuvent être contaminées par des bactéries, comme E. coli, qui sont nuisibles à l’homme. La combustion des déchets accroît les émissions de dioxyde de carbone et peut avoir des effets néfastes sur la santé. Il est important de pouvoir avoir accès à l’eau potable en toute sécurité, à condition que les ressources en eau soient gérées correctement. Cependant, l’eau potable peut être contaminée par la pollution, les réserves d’eau douce dans les nappes lenticulaires peuvent diminuer à cause d’épisodes de sécheresse et/ou de la surexploitation des ressources en eau, et l’eau salée peut pénétrer dans les nappes lenticulaires dont le volume a diminué, ou inonder les nappes lors des ondes de tempête.)
- D’après vous, quelles températures indiquent les thermomètres ?
(Le changement et la variabilité climatiques entraînent l’élévation de la température dans l’atmosphère et des eaux de surface. Les températures élevées dans l’océan provoquent le blanchissement des coraux, et donc une diminution des poissons côtiers.)
- Que deviennent les molécules de dioxyde de carbone qui se trouvent dans l’air ?
(Les molécules de CO₂ qui se trouvent au-dessus des plantes sont absorbées par les feuilles lors de la photosynthèse. Celles qui se trouvent au-dessus des océans sont absorbées par l’eau de mer. Les plantes et les océans sont des puits de carbone.)
- De quoi les plantes ont-elles besoin pour se développer ?
(Les plantes ont besoin de lumière, d’eau et de nutriments puisés dans le sol, mais elles absorbent également le dioxyde de carbone de l’air pour le convertir en matière solide : l’amidon.)

- Que deviennent les molécules de dioxyde de carbone qui se trouvent dans la mer ?
(Certaines molécules restent des molécules de CO₂, d'autres se dissolvent dans l'eau de mer : le CO₂ se combine à l'eau (H₂O) pour former de l'acide carbonique (H₂CO₃). L'acide carbonique dissout le carbonate de calcium dont les coraux et mollusques ont besoin pour fabriquer leur squelette et leur coquille. Les conséquences sur ces espèces sont négatives, car elles ont besoin de carbonate de calcium pour fabriquer leur squelette.)
- D'après vous, quelles sont les causes de l'élévation du niveau de la mer et de l'érosion côtière ?
(Il existe plusieurs causes possibles, comme indiqué ci-dessous : par exemple, les marées, le phénomène ENSO, les saisons, mais aussi le changement climatique : l'expansion thermique causée par le réchauffement de la mer, et l'augmentation du volume de la mer en raison de la fonte des glaces ancrées sur le terrain. Enfin, certaines activités humaines sont également responsables, comme l'extraction de sable des plages qui génère l'érosion côtière.)
- D'où provient l'eau douce sur les continents ?
(Des nappes lenticulaires, mais aussi de l'eau de pluie, du robinet, etc.)
- Qu'est-il arrivé à la taro dière ? Pourquoi certaines plantes sont-elles en bonne santé et d'autres pas ?
(Les plants de taro qui reçoivent de l'eau trop salée vont mourir.)

Sujets spécifiques

1. Changements côtiers et élévation du niveau de la mer

De nombreux processus naturels sont responsables des changements côtiers et des variations du niveau de la mer. Les littoraux meubles (plages de sable et de gravier) sont dynamiques et se modifient sans cesse. Demandez à vos élèves d'interroger les membres plus âgés de leur communauté pour savoir quel souvenir ils ont des rives sablonneuses :

- La plage a-t-elle changé avec le temps ? Dans quelle mesure ?
- Certaines terres sont-elles maintenant sous les eaux (phénomène d'érosion) ?
- Les terres connaissent-elles une expansion à certains endroits (phénomène de déposition ou d'accrétion) ?
- Ont-ils déjà été témoins d'inondations du littoral provoquées par d'énormes vagues ?
- Cela s'est-il produit lors d'une tempête ou par temps calme ?

2. La sécurité alimentaire

Interrogez les élèves sur leurs expériences relatives :

- à la sécheresse, lorsque l'eau est utilisée en priorité pour boire et se laver ;
- à l'infiltration d'eau salée dans les lentilles d'eau douce, ce qui rend l'eau impropre à la consommation ;
- à l'infiltration d'eau salée dans les sols dans lesquels on ne peut plus y établir de cultures ;
- aux récifs coralliens qui sont abîmés par des tempêtes et/ou des épisodes de blanchissement, et qui abritent moins de poissons lagunaires ;
- aux tempêtes violentes qui abîment et déracinent certaines plantes, comme les bananiers, les cocotiers et les arbres à pain.

3. Les activités humaines

Il est important de bien faire comprendre aux élèves que les hommes laissent leur empreinte écologique partout où ils vivent. Les images 9 et 14 apportent des informations et des sujets de discussion complémentaires sur la sécheresse, sur l'eau douce ainsi que sur les milieux terrestres et marins. Les activités humaines ne font qu'accroître la vulnérabilité de nos écosystèmes au changement climatique. Si nous parvenons à gérer durablement nos ressources naturelles, nos écosystèmes seront plus résistants aux impacts du changement climatique. Demandez aux élèves de vous donner des exemples de pratiques durables et non durables au sein de leur communauté.

La vulnérabilité renvoie : (1) au degré de disposition d'un individu, d'une communauté, d'une organisation ou d'un système à des conditions défavorables, des situations d'urgences ou des catastrophes, et (2) à la mesure de la capacité, ou de l'incapacité de ces individus ou groupes d'individus à faire face à ce genre de situations.

La résilience est la capacité d'une communauté, d'une société ou d'un système naturel à maintenir sa structure et son fonctionnement pendant une période de stress ou de changement.

(PROE, 2012)

Il est possible de réduire le stress exercé sur les écosystèmes et de leur permettre de mieux s'adapter aux effets du changement climatique en protégeant l'environnement de la pollution et des déchets.

Les changements côtiers et l'élévation du niveau de la mer

Le réchauffement climatique est responsable de l'élévation de la température de la mer, car les océans fonctionnent comme des puits de chaleur qui absorbent l'énergie thermique (voir l'image 2 sur le cycle hydrologique). On observe alors une expansion (thermique) de l'eau. La fonte de la glace et de la neige des terres immergées contribue également à l'élévation du niveau de la mer (Glossaire du Rapport de synthèse du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)).

Dans la région océanienne, la majorité de la population vit dans des zones côtières de faible altitude. Les pays constitués d'îles et d'atolls bas comme Kiribati, les Îles Marshall et Tuvalu, et les communautés côtières des îles hautes sont particulièrement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer, aux ondes de tempête et au phénomène d'érosion côtière qui en découle. L'urbanisme peu raisonné, entraînant la destruction des mangroves et l'extraction de sable des plages, accroît les problèmes de vulnérabilité des zones côtières et d'inondations. Alors qu'ils affectent déjà notre environnement et nos sociétés, ces problèmes seront encore aggravés par le changement climatique et l'élévation du niveau de la mer.

Les variations que connaissent les plages meubles et le niveau de la mer sont dues à différents processus naturels :

- La Terre, la lune et le soleil sont régulièrement en mouvement, ce qui engendre des marées quotidiennes, un cycle mensuel de marées de vives-eaux/morte eau, et des changements annuels. Par exemple, les marées sont plus hautes en début d'année dans les pays insulaires océaniques.
- Les variations du système océan-atmosphère (comme le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO), par exemple : voir l'image 5) entraînent également des variations du niveau de la mer à grande échelle. Ainsi, les eaux peuvent monter de 20 à 30 cm pendant un épisode El Niño (ABM et CSIRO, 2011).
- Les variations thermiques et saisonnières sur le plus long terme engendrent la dilatation ou la contraction des océans, et par conséquent, l'élévation ou la baisse du niveau de la mer.
- L'affaissement ou l'élévation des terres émergées résultant de phénomènes géologiques (phénomènes de tectonique des plaques par exemple) modifient le niveau de la mer par rapport à la terre.
- Les variations saisonnières des courants océaniques, des vagues, du vent et des précipitations peuvent modifier les côtes sablonneuses (phénomène d'érosion naturelle et d'accrétion sédimentaire). Certaines îles des États fédérés de Micronésie, de Kiribati et de Tuvalu ont augmenté en taille au cours des 20 à 60 dernières années.
- Les vagues extrêmes qui se forment lors de tempêtes et de tsunamis modifient brièvement, mais considérablement, le niveau de la mer et les littoraux.
- De nombreuses côtes sablonneuses de la région du Pacifique tropical sont protégées par les récifs coralliens, et le sable des plages est également composé de coraux morts. Toute variation des systèmes récifaux modifie les plages du fait de l'augmentation ou de la diminution de la sédimentation, et aussi parce que les récifs font barrière à l'énergie de la houle.

L'acidification des océans et le blanchissement des coraux

Les océans absorbent entre 25 et 30 % du dioxyde de carbone (CO_2) d'origine anthropique. Lorsque ce surplus de CO_2 se dissout dans l'eau de mer, plusieurs réactions se produisent et agissent sur le carbonate de calcium dont les coraux et mollusques ont besoin pour fabriquer leur squelette et leur coquille, et qui ne se trouve plus en quantités suffisantes. Plus l'organisme est petit, plus il est vulnérable. C'est pourquoi plusieurs espèces de plancton sont déjà sévèrement touchées.

(Explications : lorsque ce surplus de CO_2 se dissout dans l'eau de mer, il forme de l'acide carbonique (H_2CO_3), qui se dissocie en ions hydrogène (H^+). Les ions hydrogène se combinent aux ions carbonate (CO_3^{2-}) : on trouve donc moins d'ions carbonate dans l'eau de mer qui, en se combinant au calcium, forment le carbonate dont les coraux et mollusques ont besoin pour fabriquer leur squelette et leur coquille.) (Bell, Johnson et Hobday, 2011)

Le changement de la température de l'eau a des conséquences importantes sur les coraux. Les récifs coralliens sont constitués de millions d'animaux très petits, assimilés et ressemblant à de minuscules méduses. Ces polypes vivent en vastes colonies et forment des squelettes complexes (en utilisant du carbonate de calcium, comme décrit ci-dessus) qui constituent la base des récifs coralliens. Une algue microscopique vit à l'intérieur de chaque polype, ce qui lui donne sa couleur, et utilise l'énergie solaire pour apporter au polype les sucres nécessaires à sa croissance. L'élévation de la température de la mer exerce un stress sur les coraux, qui expulsent les algues. Ils se décolorent alors : c'est ce qu'on appelle « le blanchissement des coraux ». Les coraux qui ont blanchi ne peuvent pas survivre très longtemps sans leur algue : ils mourront si la température de la mer reste trop élevée pendant une trop longue période. (Findlay et Hinge, 2010 : 98)

Le réchauffement climatique aggrave les phénomènes d'acidification des océans et de blanchissement des coraux. La dégradation des récifs représente donc une menace pour certains poissons particulièrement importants pour les populations océaniques.

La séquestration de carbone : réduction du dioxyde de carbone de l'atmosphère en le stockant à long terme dans des réservoirs. (PROE, 2012)

Les puits de carbone : un puits de carbone est un réservoir, naturel ou artificiel, qui absorbe et stocke le carbone. Les arbres, les végétaux, les océans, les roches et les sols sont des puits naturels, tandis que les décharges sont des puits artificiels. (PROE, 2012)

L'intrusion d'eau salée

Il est important de comprendre que la disponibilité et la qualité de l'eau dépendent essentiellement de la façon dont nous gérons cette ressource. Lorsque le niveau de la mer monte, l'eau salée s'infiltré dans les lentilles d'eau douce souterraines (intrusion d'eau salée).

Lorsqu'une grande quantité d'eau douce est retirée de la nappe lenticulaire pour être consommée, l'eau de mer s'infiltré par le bas de la lentille et se mélange à l'eau douce : l'eau devient saumâtre, et impropre à la consommation humaine et à la survie des plantes.

Le cycle du carbone et la photosynthèse

Le cycle du carbone désigne les flux d'échanges de carbone entre les êtres vivants et l'atmosphère, les mers et les terres. Le dioxyde de carbone atmosphérique est absorbé par les plantes qui synthétisent des composés plus complexes (des sucres et de l'amidon). Lorsque les animaux mangent des végétaux, le carbone est stocké dans leur organisme, où il sert à fabriquer divers composés organiques. Une partie du carbone est rejetée dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone par le processus de respiration, ainsi que lors de la décomposition des plantes et animaux morts. Le carbone est stocké dans la terre lorsque les matières animales et végétales sont enterrées, et devient une source d'énergie importante pour l'homme (énergie fossile). La combustion de combustibles fossiles rejette à nouveau le dioxyde de carbone dans l'atmosphère. (PROE, 2012)

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage — 7

Dans la section « Activités d'enseignement » relative à l'image 2 (Le cycle hydrologique), vous trouverez une série d'expériences simples visant à faire prendre conscience aux élèves de l'impact des variations du niveau de la mer résultant du réchauffement de la mer et de la fonte des glaces. Ces expériences sont d'autant plus utiles qu'elles ne requièrent aucun matériel de laboratoire : de simples bouteilles vides, des pailles et des gobelets en carton suffisent.

7.1. Exercice sur l'acidification des océans

Afin d'illustrer de façon simple les conséquences de l'acidification des océans, demandez aux élèves de ramasser des petits morceaux de coquillages ou de coraux et de bien les nettoyer. Donnez à vos élèves les consignes suivantes :

1. Recouvre une partie de la surface du coquillage d'un morceau de ruban adhésif.
2. Prépare un mélange composé de 50 % de vinaigre et de 50 % d'eau. À la place du vinaigre, tu peux aussi ajouter le jus d'un citron ou d'un citron vert. Vérifie que ta préparation a un goût aigre/acide. (Les élèves pourraient également fabriquer de l'acide carbonique en soufflant dans l'eau à l'aide d'une paille, mais c'est un processus assez long.)
3. Plonge le coquillage dans la solution acide et laisse-le tremper jusqu'au lendemain.
4. Enlève la bande adhésive : une grande partie de la surface du coquillage devrait avoir blanchi et être lisse. Là où la bande adhésive se trouvait, le coquillage devrait avoir gardé sa couleur d'origine ainsi que sa surface rugueuse.

Afin de vérifier que l'acidité du mélange est suffisante pour éroder un coquillage ou du corail, il se peut que vous ayez besoin de faire vous-même cette expérience avant de la proposer aux élèves, car les coquillages sont plus ou moins durs suivant les espèces. Si vous voulez être certain(e) que l'expérience fonctionne à tous les coups, utilisez une coquille d'œuf : il se peut même qu'elle soit complètement dissoute ! C'est l'effet que l'eau acide peut avoir sur les squelettes de plancton.

Si vous avez des réserves de protège-cahiers, donnez-en un morceau à chaque élève dans lequel chacun peut y découper son initiale. S'ils recouvrent un coquillage de cette feuille en plastique et qu'ils laissent le tout macérer dans la préparation acide pendant la nuit, leurs initiales apparaîtront le lendemain, gravées sous l'effet de l'acide.



7.2. Construis un arbre

L'idéal est de mettre en œuvre cette activité avec des groupes d'au moins 15 élèves.

De quoi ont besoin les arbres ? Que font-ils ?

Faites un brainstorming avec les élèves : les arbres ont besoin de la lumière du soleil, d'eau, de terre, d'oxygène (d'air).

Ils ont besoin de racines, de feuilles, de branches et de fleurs.

Ils poussent et fabriquent leur propre nourriture. Ils offrent des aliments et un abri aux animaux et aux hommes, et ils transpirent.

Expliquez aux élèves qu'ils vont « construire » un arbre tous ensemble en jouant chacun le rôle d'une partie de cet arbre. Mieux vaut mettre en œuvre cette activité dans un endroit où les élèves peuvent s'allonger sur le sol. L'organisation de cette activité est basée sur une classe de 18 à 30 élèves, mais vous pouvez l'adapter en fonction du nombre d'élèves que vous avez.

1. **Que voyez-vous lorsque vous regardez un arbre ?** Demandez à un volontaire de jouer le rôle du tronc. Pour cela, il ou elle peut se mettre debout sur une chaise. Le volontaire doit étirer ses branches (bras) vers le ciel, et remuer ses feuilles (doigts) au soleil.
2. **Où est le soleil ?** Demandez à un autre volontaire de faire le soleil et de se placer à quelques mètres du tronc, éventuellement debout sur une chaise.
3. **Qu'est-ce qui maintient l'arbre à la verticale ?** Les élèves vont répondre que c'est grâce aux racines. Demandez à 3 ou 4 volontaires de s'allonger par terre sur le ventre, les pieds orientés vers l'arbre.
4. **À quoi servent les racines ?** Lorsque les élèves répondent qu'elles servent à puiser l'eau dans le sol, demandez aux racines d'agiter leurs poils absorbants (doigts) et de déglutir bruyamment pour indiquer qu'elles absorbent de l'eau.
5. **Comment l'eau remonte-t-elle dans le tronc ?** Si les élèves savent ce qu'est un xylème ou s'ils font référence à des tubes ou à des tuyaux, demandez à des volontaires de venir jouer le rôle des xylèmes : placez-les tous autour de l'arbre, dos au tronc, en se tenant la main. Ils s'accroupissent dans un premier temps, puis se relèvent tout en faisant un bruit d'aspiration de l'eau et en levant les bras pour mimer la montée de l'eau vers les feuilles. Ils s'accroupissent à nouveau et recommencent.
6. **Comment les feuilles utilisent-elles l'eau ?** Elles fabriquent de la nourriture. Comment la nourriture circule-t-elle dans l'arbre et redescend vers les racines ? Quatre à six volontaires jouent le rôle du phloème et se mettent face au xylème en se tenant la main. Ils produisent un sifflement tandis qu'ils se baissent et transportent la nourriture vers le bas. Ils se relèvent ensuite et recommencent.
7. **Qu'est-ce qui protège ces tubes ?** L'écorce : 5 à 7 volontaires se placent dos au tronc en se tenant la main. À l'approche du danger, ils doivent former un bouclier de protection.
8. **Comment les arbres utilisent-ils le dioxyde de carbone (CO₂) ?** Les feuilles stockent le CO₂ et rejettent de l'oxygène. Les branches, le tronc et les racines stockent le carbone.
9. **De quoi les arbres doivent-ils être protégés ?** Les hommes représentent une menace, mais amenez les élèves à identifier les oiseaux et les insectes comme des dangers potentiels. Deux ou trois élèves peuvent jouer le rôle d'envahisseurs.

L'arbre doit maintenant « prendre vie ». Le soleil commence à rayonner (mouvement des bras de bas en haut) et toutes les actions démarrent : chacun fait les sons et gestes qui lui ont été attribués. L'arbre devrait être très « vivant » et bruyant.

Explication du processus

- Pourquoi l'arbre est-il composé d'autant d'éléments différents ?
 - Plusieurs processus ont lieu en même temps : l'eau et la nourriture ne vont pas dans les mêmes directions et elles ont donc besoin de conduits différents.
- Que se passe-t-il si un élément ne fonctionne pas correctement ?
 - Tout le système ne fonctionne pas bien non plus.
- Quel élément est le plus important ?
 - Tous sont d'égale importance. En général, les élèves penchent pour l'élément dont ils ont joué le rôle, ce qui est un point positif, étant donné que l'on comprend mieux ce à quoi on associe une émotion.
- Dans quels cas l'écorce ne joue plus son rôle protecteur ?
 - Si elle est coupée ou abîmée.

Questions complémentaires

- Quelles sont les conséquences si le phénomène d'érosion abîme les racines ?
 - Enlevez une racine : que se passe-t-il au niveau du tronc ?
- Que se passe-t-il si le sol contient peu d'eau ?
 - Chaque « racine » garde une main immobile, collée au corps. Quelle incidence cela a-t-il sur le xylème ? Les élèves doivent ralentir leurs mouvements.
- Quelles conséquences cela aura-t-il sur les feuilles ?

- Que se passe-t-il si le sol contient du sel ?
 - Les racines se recroquevillent en produisant un sifflement.
 - Le xylème s'affaisse tandis que l'eau s'écoule à l'extérieur.
 - Le phloème se fripe en l'absence d'eau et de nourriture.
 - Le tronc s'effondre.
- Que se passerait-il si l'on coupait tous les arbres de la planète ?
 - Il n'y aurait plus assez d'oxygène pour les hommes et les animaux, car les arbres jouent un rôle majeur dans le processus de photosynthèse.
 - Le dioxyde de carbone ne serait plus stocké par les arbres, qui à leur tour ne rejetteraient plus d'oxygène : le CO₂ s'accumulerait dans l'atmosphère et les océans, l'effet de serre serait renforcé, les températures seraient de plus en plus élevées et l'acidification des océans serait accrue.

7.3 Quelles sont les caractéristiques de l'eau de mer ?

Objectifs pédagogiques

- L'eau de mer est plus dense, et donc plus lourde, que l'eau douce.
- Lorsqu'il pleut, l'eau douce fait baisser le taux de salinité de l'eau de mer en surface.

Formulation d'hypothèses : Est-ce que l'eau de mer et l'eau douce se mélangent ?

Matériel nécessaire : 2 béciers ou 2 grands bocaux en verre de 250 ml, du sel, du colorant alimentaire vert et bleu, 2 petits récipients transparents de 50 ml environ, 2 compte-gouttes, 1 cuillère à soupe, 1 feutre indélébile.

Consignes :

Remplis les deux béciers (ou bocaux en verre) à moitié d'eau.

Verse une cuillère à soupe de sel dans l'un de ces récipients et remue le tout jusqu'à dissolution complète du sel.

Écris « eau de mer » sur la paroi de ce récipient et « eau douce » sur l'autre.

Verse de « l'eau de mer » dans l'un des petits récipients jusqu'à ce qu'il soit rempli aux trois quarts, et ajoutes-y du colorant alimentaire vert jusqu'à ce que l'eau devienne vert foncé.

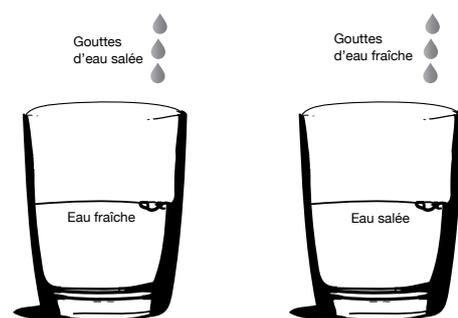
Écris « eau de mer » sur ce récipient.

Verse de « l'eau douce » dans l'autre petit récipient, jusqu'à ce qu'il soit rempli aux trois quarts, et ajoutes-y du colorant alimentaire bleu jusqu'à ce que l'eau devienne bleu clair.

Écris « eau douce » sur ce récipient.

À l'aide d'un compte-gouttes, ajoute quelques gouttes d'eau de mer « verte » dans le grand bocal d'eau douce.

Observation : À l'aide de crayons ou feutres de couleur, dessine un schéma montrant ce qu'il se passe lorsque l'on ajoute l'eau de mer verte : est-ce qu'elle se mélange à l'eau douce ? Est-ce qu'elle flotte, ou est-ce qu'elle descend ?



Prends un autre compte-gouttes propre et ajoute quelques gouttes d'eau douce bleue dans l'eau de mer non teintée contenue dans le grand bocal.

Observation : À l'aide de crayons ou feutres de couleur, dessine un schéma montrant ce qu'il se passe lorsque l'on ajoute l'eau douce bleue : est-ce qu'elle se mélange à l'eau de mer ? Est-ce qu'elle flotte, ou est-ce qu'elle descend ?

Explication : Peux-tu expliquer ces différents phénomènes lorsque l'eau douce et l'eau de mer entrent en contact ?

Question : Selon toi, que se passe-t-il lorsqu'il pleut en mer ? Est-ce que l'eau de pluie et l'eau de mer se mélangent instantanément ?

7.4 L'eau chaude et l'eau froide réagissent-elles de la même manière ?

La variation de température des océans est un phénomène mondial. Les eaux en Arctique et en Antarctique sont beaucoup plus froides que les eaux équatoriales. La température de l'eau agit sur sa densité. Cette densité influence à son tour la circulation de l'eau dans l'océan et le mouvement des courants océaniques, notamment les courants de profondeur.

Objectifs pédagogiques :

L'eau froide reste dans le fond du bocal, sous l'eau chaude, car elle est plus dense, et l'eau chaude flotte sur l'eau froide. Le vent mélange les couches d'eau chaude et d'eau froide.

Formulation d'hypothèses : Selon toi, que va-t-il se passer lorsque l'eau chaude entrera en contact avec l'eau froide ?

Matériel nécessaire : De l'eau glacée, de l'eau très chaude, un grand récipient transparent (bêcher de 500 ml), 2 petits récipients (bêchers de 30 ml), du colorant alimentaire bleu et rouge, 2 compte-gouttes.

Consignes :

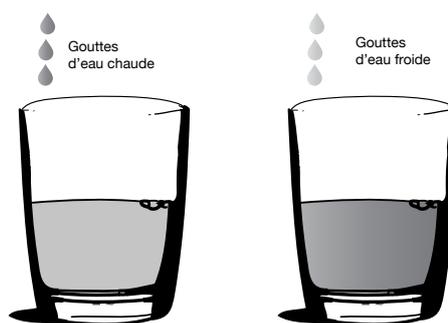
Remplis le grand récipient aux trois quarts avec de l'eau du robinet et pose-le sur une table pour laisser l'eau se mettre à température ambiante. Remplis un des petits récipients à moitié d'eau chaude.

Verse quelques gouttes de colorant alimentaire rouge dans l'eau chaude jusqu'à ce qu'elle devienne rouge foncé.

Verse de l'eau glacée dans l'autre récipient.

Verse quelques gouttes de colorant alimentaire bleu dans l'eau glacée jusqu'à ce qu'elle devienne bleu foncé.

À l'aide d'un compte-gouttes, ajoute quelques gouttes d'eau chaude rouge dans le grand récipient d'eau, puis toujours dans le même récipient, quelques gouttes d'eau glacée bleue.



Observation : Quelles réactions ont l'eau chaude et l'eau froide ? Se mélangent-elles ?

À l'aide de crayons de couleur (un rouge et un bleu), dessine un schéma montrant les réactions qui ont lieu dans le grand récipient d'eau. Tu peux faire plusieurs dessins montrant les réactions à différents moments de l'expérience.

Explication : Que devient l'eau chaude ? Pourquoi ?

Selon toi, que va-t-il se passer lorsque les eaux froides des régions polaires rencontreront les eaux chaudes équatoriales ?

Activité complémentaire : Place une paille sur le rebord interne du bêcher de façon à ce qu'elle soit parallèle à la surface de l'eau. Souffle doucement dans la paille. Que se passe-t-il dans l'eau ?

(Adapté du SEREAD)

Image 8 – L'évolution du climat à Vanuatu

Dans la partie supérieure de cette image, on peut voir les conséquences du passage d'un cyclone, des inondations et de l'érosion côtière. La partie inférieure de l'image montre l'évolution passée et future des régimes climatiques à Vanuatu. Deux graphiques montrent la façon dont les températures ont augmenté et les précipitations ont diminué au cours de ces dernières années à Port-Vila. Les symboles indiquent les conditions climatiques prévues pour l'avenir.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Fiches informatives pour l'enseignant et activités d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none">décrire les changements climatiques observés et prévus à Vanuatu ;décrire certaines conséquences possibles du changement climatique à Vanuatu.	Questions d'orientation pour interpréter les données climatiques Faire correspondre les légendes à chaque illustration La trame de la vie et de la durabilité

Discussion

Demandez à vos élèves d'observer les photos et de décrire les conséquences d'un cyclone, d'une inondation et de l'érosion côtière.

Graphiques des températures et des précipitations à Port-Vila

Vérifiez que les élèves peuvent « lire » les graphiques. Si nécessaire, expliquez-leur que sur le graphique des températures, les pointillés indiquent la température moyenne annuelle : les pointillés rouges correspondent à une année El Niño, les pointillés orange correspondent à une année La Niña et les pointillés gris, à une année normale. Sur le graphique des précipitations, les barres représentent les précipitations moyennes annuelles : les barres bleu clair correspondent à une année El Niño, les barres bleu foncé correspondent à une année La Niña, et les barres grises à une année normale. Sur les deux graphiques, la ligne rouge représente la courbe des tendances.

Demandez à vos élèves de répondre aux questions ci-dessous en s'aidant des graphiques. Ils peuvent travailler par petits groupes (voir l'image 5 pour plus d'informations générales sur cette problématique) :

1. Quelle était la température moyenne annuelle à Port-Vila en 1950 et en 2005 ?
2. Quelle est la tendance générale des températures moyennes à Port-Vila pendant une année El Niño (pointillés rouges) ?
3. Quelle est la tendance générale des températures moyennes à Port-Vila pendant une année La Niña (pointillés orange) ?
4. Les précipitations sont-elles plus ou moins importantes que la normale lors d'une année El Niño ?
5. Les précipitations sont-elles plus ou moins importantes que la normale lors d'une année La Niña ?
6. Selon toi, que devient la Zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS) lors d'une année El Niño et lors d'une année La Niña ?
7. Identifie trois conséquences possibles de la hausse continue des températures à Vanuatu.

Carte de Vanuatu indiquant que les températures moyennes diminuent du nord au sud

Demandez à vos élèves d'élaborer un graphique afin de comparer les températures moyennes en janvier et en juillet à Sola, à Port-Vila et à Anelcauhat.

Les symboles

Demandez aux élèves d'observer les symboles. Par binôme ou en groupes, les élèves doivent identifier et noter au moins une conséquence probable sur leur île d'un changement climatique représenté par chaque symbole.

Les changements climatiques à Vanuatu

- Les relevés météorologiques montrent que les températures minimales et maximales annuelles ont augmenté à Port-Vila et à Aneityum depuis 1950.
- Selon les données recueillies, le taux de précipitations pendant la saison humide a diminué à Port-Vila depuis 1950. Pour la même période, on n'observe cependant aucune tendance nette relative aux précipitations annuelles et au taux de précipitations pendant la saison sèche à Port-Vila. Aucune tendance nette n'a été observée concernant Aneityum.
- Le total des précipitations varie considérablement d'une année sur l'autre, en fonction des années El Niño et La Niña, et en fonction du nombre annuel de cyclones.
- L'eau des océans se dilate sous l'effet de la hausse des températures à l'échelon mondial. À Vanuatu, on a constaté une élévation du niveau de la mer d'environ 6 mm par an depuis 1993, ce qui est supérieur à la moyenne mondiale, qui se situe entre 2,8 et 3,6 mm par an.
- Certains faits indiquent que le phénomène d'acidification des océans s'est aggravé à Vanuatu, suite à l'élévation des taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère à l'échelon mondial. Ce phénomène risque de mettre en péril le développement des coraux et de certains organismes, pour qui les carbonates sont nécessaires à la construction de leur squelette.

Les projections climatiques pour Vanuatu

- Les températures continueront de monter : si les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique continuent d'augmenter aux taux actuels, il est probable que la hausse des températures se situera entre 0,4 et 1 °C d'ici 2030.
- Il y aura davantage de journées très chaudes : la hausse des températures moyennes entraînera l'augmentation du nombre de journées et de nuits chaudes.
- Modification des régimes de précipitations : l'évolution des régimes de précipitations reste très incertaine, mais il est probable qu'au cours du XXI^e siècle, les précipitations diminueront pendant la saison sèche et augmenteront pendant la saison humide, ce qui pourrait provoquer davantage de périodes de sécheresse et d'inondations.
- Augmentation de la fréquence des précipitations extrêmes : les projections montrent une augmentation probable du nombre de jours de fortes pluies et de jours sans précipitations.
- Les cyclones tropicaux seront moins fréquents, mais plus violents : au cours du XXI^e siècle, les cyclones et les tempêtes tropicales vont certainement se faire moins fréquents d'année en année à Vanuatu, mais ils seront plus intenses (catégories 4 et 5).
- Le niveau de la mer continuera de s'élever : il est probable que l'élévation du niveau de la mer à Vanuatu se situera entre 5 et 17 cm d'ici 2030, et entre 17 et 63 cm d'ici 2090. Par conséquent, les incidences des ondes de tempête et de la submersion des zones côtières seront amplifiées.
- Le phénomène d'acidification des océans s'aggravera : il ressort des données disponibles que le phénomène d'acidification va s'aggraver à Vanuatu, ce qui entraînera inévitablement la dégradation des écosystèmes récifaux.

(ABM-CSIRO, 2011, Vol. 02 : 16 et Brochure sur Vanuatu)

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage — 8

8.1 Faire correspondre les légendes à chaque illustration

Cet exercice porte sur les phénomènes El Niño et La Niña, dont les différences, en termes de caractéristiques et d'importance, sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Faites une dizaine de photocopies du tableau (selon le nombre d'élèves), puis découpez chacune des cases du tableau et placez tous les morceaux dans une enveloppe.

Faites des groupes de 4 personnes. Chaque groupe reçoit une enveloppe contenant des phrases et des légendes en rapport avec les deux illustrations dans la partie supérieure de l'image 8. Chaque groupe doit essayer d'organiser les phrases et les légendes dans chacune des deux catégories — El Niño et La Niña - et demander ensuite à un autre groupe de vérifier son travail. Lorsque les élèves sont satisfaits de leur classement, ils doivent redessiner en haut d'une grande feuille de papier les deux illustrations en plus grand et indiquer leurs caractéristiques à l'aide des légendes se trouvant dans l'enveloppe. En dessous de chaque image, ils doivent ensuite coller le titre et les phrases correspondantes.

Les élèves peuvent compléter cette activité en dessinant sur le tableau des flèches établissant un lien de cause à effet entre chaque phrase.

LA NIÑA	EL NIÑO
La ZCPS se trouve sur Vanuatu	La ZCPS se déplace vers le nord-est de Vanuatu
Cyclones tropicaux	Périodes de sécheresse et de cyclones tropicaux
Températures plus élevées que la normale	Températures plus basses que la normale
Nord-ouest de Tanna, Efaté, Erromango, Malekula, Santo	Sud-est de Tanna, Efaté, Erromango, Malekula, Santo
Fortes précipitations dans les régions montagneuses à l'origine du débordement des rivières	Risques de feux de brousse dans les zones boisées
Les précipitations sont plus importantes sur les îles hautes	Les précipitations sont moins importantes sur les îles basses et sans relief
Les précipitations deviennent plus aléatoires	Les précipitations deviennent plus aléatoires
Les journées très chaudes sont de plus en plus fréquentes	Les journées très chaudes sont de plus en plus fréquentes
Le niveau de la mer continuera de s'élever et le phénomène d'acidification des océans s'aggravera	Le niveau de la mer continuera de s'élever et le phénomène d'acidification des océans s'aggravera
Le niveau de la mer sera temporairement moins élevé	Le niveau de la mer sera temporairement plus élevé

8.2 La trame de la vie et de la durabilité

La question de la durabilité touche toutes les sphères de notre vie. Pour agir et prendre des décisions en faveur de la durabilité, il faut prendre en compte quatre composantes : l'environnement, les sources de denrées alimentaires, la société et l'économie.

Objectif :

- Démontrer les liens entre les quatre composantes de la durabilité.

Consignes :

- Les élèves divisent chacun une feuille en quatre et notent dans chacune des quatre sections : environnement, sources de denrées alimentaires, société et économie.

- Dites aux élèves de penser à tous les mots en rapport avec ces composantes. Donnez quelques exemples. Donnez-leur quelques minutes pour écrire sur leur feuille tous les mots qu'ils associent au thème.

Sources de denrées alimentaires	Environnement
Société	Économie

- Divisez la classe en quatre, et attribuez une composante à chaque groupe (environnement, sources de denrées alimentaires, société, économie). Chaque élève choisit un mot de la liste et l'écrit en gros sur une feuille cartonnée. Assurez-vous que chaque groupe a noté ses mots, et que tous les mots sont différents.

- Les élèves forment un cercle et tiennent la feuille cartonnée devant eux. Mettez-vous au centre du cercle avec une pelote de laine ou de la ficelle.
- Demandez à un élève d'établir un lien entre le mot sur sa feuille (« **ressources** » par exemple) et un autre mot du cercle (« **produits** » par exemple). On pourrait avoir comme réponse : « Les ressources permettent de fabriquer des produits qui seront commercialisés. »
- Reliez les feuilles entre elles en attachant la ficelle aux doigts des deux élèves concernés.
- La personne suivante doit faire un lien entre son mot (« produits ») et un autre dans le cercle (« jardin » par exemple) en faisant une phrase : « Nos produits viennent de notre jardin », par exemple.
- Reliez les deux mots avec la ficelle, et ainsi de suite jusqu'à ce que tous les mots aient été reliés entre eux. Certains peuvent être reliés à plusieurs mots.

Analyse :

Posez les questions suivantes aux élèves :

1. Qu'avons-nous réalisé à l'aide de la ficelle ? (Une toile.)
2. Pourrions-nous continuer à tisser davantage de liens et de connexions ? (Oui.)
3. Si l'on continuait, que deviendrait notre toile ? (Elle serait plus solide.)
4. Que se passe-t-il si on tire sur une ficelle ? (Cela a des répercussions sur les autres.)
5. Que se passe-t-il si on lâche une ficelle ?
6. Dans quelle mesure cette activité nous permet-elle de mieux comprendre ce qu'est la durabilité ?
7. Qu'as-tu appris de cette activité ?
8. Qu'est-ce que tu as particulièrement apprécié ?
9. Peux-tu expliquer, à l'écrit, ce qu'est la durabilité ? Les moyens de subsistance et le développement durables ?

Cette activité fonctionne très bien dans d'autres contextes. Par exemple, si vous étudiez un écosystème avec les élèves, ces derniers peuvent réaliser des fiches avec toutes les plantes et animaux, ainsi que des fiches avec des mots tels que « mange », « temps », « oiseaux », etc., et construire une toile complexe.

(Adapté de SEREAD)

Image 9 – Pasifika après le passage d'un cyclone ou d'une violente tempête

Cette image montre Pasifika après le passage d'un cyclone ou d'une violente tempête. Des toitures ont été arrachées, des arbres sont déracinés, la rivière est sortie de son lit et les gens font la queue au dispensaire.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Activités d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> • identifier les conséquences probables d'un cyclone ou d'une forte tempête ; • identifier les risques éventuels au sein de leur communauté ; • identifier des mesures de prévention que pourrait adopter leur communauté pour limiter les dégâts. 	<p>Questions d'orientation pour interpréter l'image La roue des causes et conséquences</p>

Discussion

Vous pouvez utiliser les questions suivantes :

- Que sont devenus les habitants ?
- Qu'en est-il des ressources alimentaires (jardins et bétail) ?
- Que sont devenues les maisons ?
- Est-ce que leur source d'eau ou leur approvisionnement en eau ont été touchés ?
- Quelle est l'étendue des dégâts causés aux cultures de rente (noix de coco, vanille, canne à sucre et courge, par exemple) ?
- Quels autres dégâts pouvez-vous constater ?
- Qu'est-ce qui a causé le plus de dégâts : le vent ou la pluie ?
- Votre village a-t-il connu une situation similaire et subi les mêmes conséquences ?
- Quelles conséquences peuvent avoir un cyclone ou une violente tempête, à long terme et à court terme ?

Une fois que les élèves ont identifié les conséquences d'un cyclone ou d'une violente tempête, ils peuvent discuter par groupe des dispositions que Pasifika aurait pu prendre pour se préparer à affronter ces types de catastrophes et limiter les dégâts. Avec qui pourraient-ils aborder ce sujet ? Pourriez-vous demander à un spécialiste local (membre du Comité de gestion des risques de catastrophe, agent de police ou spécialiste de la Croix-Rouge) d'intervenir dans votre classe ?

Conséquences à court terme :

Arbres abattus, bâtiments détruits, blessés, décès, toits arrachés, graves inondations, cours des rivières modifié, lignes électriques coupées, digues détruites, rochers emportés dans le lagon, érosion des côtes et des berges.

Conséquences à long

terme : absence d'électricité pour la cuisine et l'éclairage, manque d'eau douce pour la consommation et le nettoyage, perte de denrées alimentaires et maladies susceptibles de se développer, absence d'abris forçant les habitants à quitter leur maison, jardins et vergers détruits à l'origine de pénuries alimentaires, vase, débris et parfois eaux usées qui se répandent sur les routes et dans les maisons.

Qu'est-ce un cyclone tropical ?

Un cyclone tropical (appelé également « typhon » ou « ouragan ») est une tempête violente tourbillonnante qui se forme au-dessus des eaux tropicales dont la température est supérieure à 26,5 °C, et qui se trouvent entre 5° et 15° de latitude.

L'air qui remonte au-dessus des eaux océaniques chaudes peut parfois former des zones de très basse pression. Les courants de convection commencent à tournoyer autour du centre de basse pression, ce qui crée un mouvement de rotation de l'air atmosphérique. Les cyclones commencent par des orages. Les vents, qui tournent dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Sud et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Nord vers le centre de la zone de basse pression, absorbent au fur et à mesure l'humidité de la mer. Au centre, l'air remonte à la verticale et la vapeur d'eau, sous l'action de la condensation, produit des formations nuageuses en altitude et de fortes précipitations. Alors que le cyclone est en train de se former, une zone dégagée et calme apparaît au centre : c'est « l'œil » du cyclone. Tant que le centre de basse pression reste au-dessus des eaux chaudes, le système cyclonique puisera l'énergie nécessaire pour continuer de s'agrandir (voir Figure 9.1)

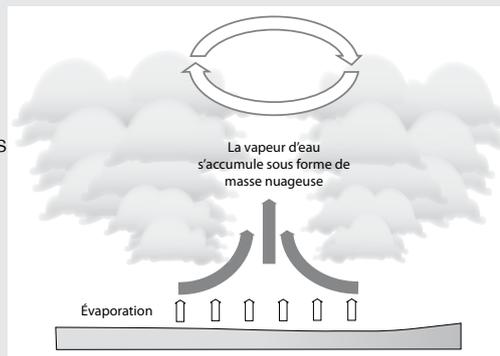


Figure 9.1

Ces tempêtes peuvent atteindre une hauteur de 10 km et s'étendre sur un rayon de 2000 km. L'œil du cyclone a généralement une largeur de 10 à 50 km et il est entouré d'une épaisse ceinture nuageuse que l'on appelle le « mur de l'œil », où l'on rencontre les vents les plus forts. Lorsque le cyclone tropical se déplace au-dessus des terres ou d'eaux moins chaudes, le système cyclonique perd en énergie et finit par disparaître. Toutefois, la puissance d'un cyclone et les fortes précipitations qu'il entraîne peuvent causer des dégâts considérables.

Dans l'hémisphère Sud, la saison cyclonique commence en octobre et se termine en mai, alors que dans l'hémisphère Nord, elle commence en mai et se termine en octobre. On peut toutefois observer des cyclones en dehors de ces saisons. (SEREAD et SPOC, 2006)

Les cyclones et les tempêtes sont susceptibles de devenir moins fréquents, mais plus violents, du fait du changement climatique, mais les prévisions sont incertaines (ABM-CSRIRO, 2011, Vol. 1). Les dégâts causés par les tempêtes violentes et les cyclones, surtout lorsqu'ils sont associés à un raz-de-marée, sont très similaires.

Avis de cyclone et de tempête

Il existe un réseau de centres d'alerte aux cyclones bien établi dans l'ensemble de la région océanienne. Le Centre météorologique régional spécialisé (CMRS) de Nadi (Fidji) surveille, définit la trajectoire et baptise les cyclones tropicaux et les tempêtes violentes, et dispense des services d'alerte aux pays insulaires océaniques. Les Centres d'alerte aux cyclones tropicaux du Bureau australien de météorologie dispensent les mêmes services aux Îles Salomon et à la Papouasie-Nouvelle-Guinée. Les pays insulaires océaniques francophones sont surveillés par Météo France et les pays affiliés aux États-Unis sont surveillés par la National Oceanic Atmospheric Administration. (SOPAC, 2006)

INTENSITÉ DES CYCLONES : ÉCHELLE

Catégorie	Vitesse du vent (km/h)	Dégâts occasionnés	Ondes de tempête (m)
1	119-153	Minimes : les bâtiments sont épargnés, les routes côtières sont inondées et les jetées sont légèrement endommagées.	1-1,5
2	154-177	Modérés : Les toits, les fenêtres, les portes, les jetées et les arbustes sont endommagés. Certains arbres tombent. Les routes côtières et les voies d'évacuation de faible altitude sont inondées. Les dispositifs d'amarrage des embarcations cèdent.	1,5-2,5
3	178-209	Importants : avaries de la structure des habitations et des bâtiments de services publics. Les arbustes sont arrachés, les gros arbres tombent. Les voies d'évacuation de faible altitude sont coupées. Les sols situés à moins de 1,5 m au-dessus du niveau de la mer sont inondés. Évacuation des zones côtières.	2,5-3,5
4	210-248	Extrêmes : les murs et les toitures des petites habitations cèdent. Dégâts considérables sur les portes et fenêtres. Voies d'évacuation coupées. Dégâts importants causés au rez-de-chaussée des bâtiments situés sur le littoral. Les sols situés à moins de 3 m au-dessus du niveau de la mer peuvent être inondés. Évacuation de la population, jusqu'à 10 km à l'intérieur des terres.	3,5-5,5
5	>250	Catastrophiques : les toitures sont entièrement détruites, ainsi que certains bâtiments. Les bâtiments de services publics sont emportés. Dégâts extrêmement importants causés aux portes et fenêtres. Voies d'évacuation coupées. Dégâts importants causés au rez-de-chaussée des bâtiments situés à moins de 4,5 m au-dessus du niveau de la mer. Évacuation d'urgence de la population jusqu'à 16 km à l'intérieur des terres.	>5,5

Figure 9.2 : Intensité des cyclones : échelle de Saffir-Simpson

Avant

Se préparer à affronter une violente tempête ou un cyclone

- Être attentif(ve) aux avis de cyclone ou d'ondes de tempête (radio locale, télévision, etc.).
- Connaître les zones susceptibles d'être inondées, et se réfugier dans une zone plus sûre si nécessaire (en cas d'inondation).
- Sécuriser tous les éléments non fixes à l'école et chez vous.
- Couper les vieilles branches des arbres à proximité des bâtiments.
- Identifier la pièce la plus sûre chez soi ou à l'école, ou une zone sûre (par exemple, un terrain en hauteur).
- Enlever tous les objets non fixés qui se trouvent à l'école ou chez soi.
- Préparer un kit de secours pour sa famille et l'école contenant : une radio portable avec des piles de rechange, une lampe torche, une lampe à pétrole, des bougies, des allumettes, des bidons d'eau, des aliments en conserve avec un ouvre-boîte, des vêtements de rechange, du ruban masque pour les fenêtres, des sacs en plastique, une trousse de premiers soins, etc.
- Nettoyer tous les cours d'eau et les canalisations.
- S'assurer que l'école et sa maison sont protégées contre la foudre.
- S'assurer que tout le monde est en sécurité : les personnes âgées, les jeunes enfants et les personnes handicapées peuvent avoir besoin d'une assistance particulière (informer l'ensemble de la population des plans d'urgence mis en place).

Pendant

Assurer sa sécurité pendant une tempête ou un cyclone

- Débrancher tous les appareils électriques, mais écouter sa radio à piles pour rester informé(e).
- Ouvrir les fenêtres et les persiennes du côté opposé au vent pour équilibrer la pression entre l'intérieur et l'extérieur de la maison.
- Rester calme, rester à l'intérieur, mais loin des portes et des fenêtres. Rester dans la partie la plus résistante du bâtiment.
- Utiliser le téléphone seulement pour les appels très urgents.
- Si le bâtiment s'effondre, se protéger avec des tapis ou des matelas en restant sous une table ou un banc solide, ou s'agripper à une fixation solide (par exemple, une canalisation).

Après

Une fois la tempête ou le cyclone terminé(e)

- Ne pas sortir tant qu'une source officielle ne déclare pas que la situation n'est plus risquée (écouter la radio).
 - Ne pas sortir en voiture et ne pas laisser les enfants à l'extérieur.
 - Se méfier des lignes électriques qui sont tombées, des bâtiments endommagés, des arbres et des cours d'eau en crue.
 - Après une inondation, prendre des précautions supplémentaires pour le lavage des mains.
 - Vérifier que les puits d'eau potable ne sont pas contaminés.
 - Faire bouillir l'eau destinée à la consommation, si possible.
- (SOPAC 2006)

ATTENTION À L'ŒIL DU CYCLONE !

Le passage de l'œil du cyclone est suivi d'une période calme, qui peut durer jusqu'à deux heures. Puis, l'autre côté du cyclone arrive et les vents violents reprennent avec une intensité égale, mais en soufflant dans l'autre direction. Il est extrêmement important de rester chez soi pendant et après le passage de l'œil du cyclone.

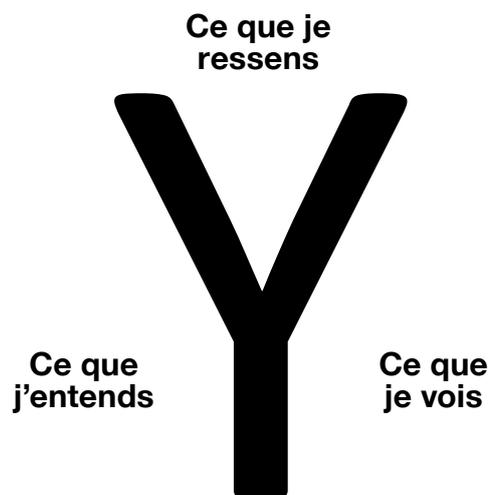
Stratégies d'enseignement et d'apprentissage - 9

Les élèves peuvent réfléchir dans un premier temps aux types de dégâts que leur village ou leur ville est susceptible de subir.

9.1. Les schémas en Y

Si certains élèves seulement ont déjà vécu le passage d'un cyclone, la plupart d'entre eux ont déjà subi une violente tempête. Chaque groupe d'élèves doit dessiner un grand Y sur une feuille de papier et y inscrire les légendes, comme indiqué sur le schéma ci-contre.

Dans les espaces réservés, les élèves indiquent ce qu'ils pourraient/ont pu voir, entendre et ressentir lors du passage d'un cyclone ou d'une violente tempête. À l'aide d'un stylo de couleur différente, ils peuvent indiquer ce qu'ils pourraient voir, entendre et ressentir en sortant de leur abri, juste après le passage d'un cyclone ou d'une tempête.



Chaque groupe peut ensuite partager ses réponses avec le reste de la classe.

9.2. Activité de séquençage

Les élèves doivent reconstruire un texte en remettant dans le bon ordre chaque phase d'une séquence, ce qui les oblige à trouver le sens et la logique du texte (voir ci-dessous la séquence des cyclones). Vous pouvez soit écrire les consignes au tableau dans le mauvais ordre, soit les écrire sur du papier recyclé et découper chaque phrase. Vous pouvez également préparer ce support d'activité en imprimant les phrases avec un interligne double, puis en les découpant et en plaçant le tout dans une enveloppe réutilisée. Quelle que soit la méthode employée, demandez aux élèves de remettre les phrases dans le bon ordre.

Phrases pour le séquençage : Les cyclones

- L'air qui remonte au-dessus des eaux océaniques chaudes peut parfois former des zones de très basse pression.
- Cela se produit lorsque la température de la mer est supérieure à 26,5 °C.
- Les courants de convection commencent à tourner autour du centre de basse pression, ce qui crée un mouvement de rotation de l'air atmosphérique.
- Les vents, qui tournent dans le sens des aiguilles d'une montre vers le centre de la zone de basse pression, absorbent au fur et à mesure l'humidité de la mer.
- Au centre, l'air remonte à la verticale et la vapeur d'eau, sous l'action de la condensation, produit des formations nuageuses en altitude et de fortes précipitations.
- Tant que le centre de basse pression reste au-dessus des eaux chaudes, le système cyclonique puisera l'énergie nécessaire pour continuer de grossir.
- Comme l'eau s'accumule de plus en plus dans le système, les vents et les précipitations s'intensifient, et cela donne naissance à un cyclone tropical.
- Lorsque le cyclone tropical se déplace au-dessus des terres ou d'eaux moins chaudes, le système cyclonique perd en énergie et finit par disparaître.
- Toutefois, la puissance d'un cyclone et les fortes précipitations qu'il entraîne peuvent causer des dégâts considérables.

(Adapté du SEREAD)

Image 10 – Pasifika, durant un épisode de sécheresse

Cette image montre Pasifika pendant une période de sécheresse. Quelles sont les conséquences de la sécheresse ? Demandez aux élèves si leur village a connu une situation similaire et subi les mêmes conséquences.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Activités d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none">• identifier les conséquences probables d'un épisode de sécheresse ;• identifier les risques éventuels au sein de leur communauté ;• identifier des mesures de prévention que pourrait adopter leur communauté pour limiter les dégâts.	Questions d'orientation pour interpréter l'image La roue des causes et conséquences

Discussion

Une fois que les élèves ont identifié les conséquences d'un épisode de sécheresse, ils peuvent discuter des dispositions que le village aurait pu prendre pour se préparer à affronter ce phénomène et limiter dégâts.

- Observe l'image et décris les conséquences de l'épisode de sécheresse.
- Penses-tu que tous les habitants sont touchés de la même manière par la sécheresse ? (Certaines personnes sont-elles plus ou moins touchées en fonction de leur sexe, leur âge et leur handicap ?)
- Quelles mesures auraient pu être mises en place pour réduire les risques et se préparer à affronter la sécheresse ?

Demandez aux élèves de réfléchir aux conséquences que pourrait avoir un épisode de sécheresse sur leur village. Quelles mesures pourraient-ils prendre pour lutter contre les effets prévisibles de la sécheresse, ou du moins pour s'y préparer ? Chaque groupe doit dresser une liste de mesures possibles, puis comparer ses propositions avec les listes des autres groupes.

La sécheresse

Un épisode de sécheresse est une longue période sans pluie, à un moment où il devrait pleuvoir. Cela entraîne la diminution des eaux souterraines, et une pénurie d'eau, tant pour la consommation, que pour le nettoyage ou l'arrosage des plantes. C'est un phénomène à évolution lente : la sécheresse n'apparaît pas brusquement sous l'effet d'un événement unique, comme une tempête ou un cyclone. La sécheresse s'installe lentement au fil du temps. Lorsque la population prend conscience de ce phénomène, il est bien souvent trop tard. En outre, les alertes précoces ne sont pas toujours données en temps voulu.

Les conséquences d'une longue période de sécheresse varient selon les régions. Les cultures sont systématiquement touchées, ce qui entraîne des pénuries alimentaires qui persistent une fois la période de sécheresse terminée. Dans certains endroits, la sécheresse peut favoriser les incendies de forêt. La pénurie d'eau douce est la conséquence la plus grave pour les petites îles du Pacifique. Il n'est pas toujours possible de conserver suffisamment d'eau propre dans les citernes. De nombreuses habitations ne disposent pas de leur propre citerne et utilisent l'eau des puits, mais l'eau peut devenir saumâtre et les puits peuvent s'assécher.

Il est possible d'utiliser de l'eau en bouteille ou des désalinisateurs, mais cela est coûteux et augmente le volume des déchets. Les désalinisateurs, en particulier, fonctionnent au gazole.

D'après les prévisions, la fréquence des épisodes de sécheresse risque d'augmenter dans de nombreux pays, car les précipitations seront plus intenses et s'accompagneront de phénomènes météorologiques extrêmes, au lieu d'être réparties sur l'ensemble de l'année. Une grande partie de l'eau des fortes pluies s'écoulera dans la mer, au lieu d'être stockée dans les nappes phréatiques. Le nombre de journées très chaudes augmentera (températures plus élevées sur de plus longues périodes), ce qui entraînera l'évaporation de l'eau stockée dans le sol. Pour assurer la disponibilité de l'eau et prévenir les incendies de forêt, la population doit adopter un comportement responsable.

(PROE, 2012 et FICR, 2013)

Comment se préparer à un épisode de sécheresse et limiter les conséquences éventuelles ?

- Tenir compte des prévisions météorologiques (radio, journaux, télévision, les savoirs traditionnels).
- Couvrir les puits, et garder les déchets et le bétail à distance pour éviter l'évaporation et la contamination.
- Protéger les bassins versants : ne pas jeter de déchets. Si vous abattez des arbres, veiller à reboiser la zone ; si possible, ne pas construire dans ces zones.
- Rationner les ressources en eau (deux litres/ adulte /jour) et les denrées alimentaires (2100 calories/adulte /jour) en période de sécheresse.
- Préserver et stocker des denrées alimentaires (mélange de denrées de base comme le riz, le taro, la farine de blé ; des denrées riches en énergie (huile ou autre matière grasse) et des denrées riches en protéines, comme les légumineuses (haricots, pois, lentilles) ou des conserves de poisson. Les fruits et légumes peuvent aussi être conservés.
- Vérifier que les tuyaux et robinets extérieurs n'ont pas de fuites, et les réparer le cas échéant.
- Récolter l'eau de pluie dans des réservoirs à partir des toitures, et garder les gouttières, les toits et les réservoirs propres. (Remarque : il peut être nécessaire de purifier l'eau avant de la boire.)
- Utiliser d'autres alternatives que l'eau (par exemple, utiliser du sable pour faire la vaisselle).
- Recycler les eaux grises ménagères (eaux usées, comme l'eau de la vaisselle) pour les toilettes, et pour arroser les jardins.
- Prendre soin du bétail (en particulier des femelles et de leurs petits).
- Économiser de l'eau chez soi, par exemple :
 - fermer les robinets pendant le brossage des dents ou le rasage ;
 - prendre des douches rapides ;
 - nettoyer les légumes dans une baignoire plutôt qu'au robinet ;
 - installer des toilettes sèches ou à faible volume d'eau.
 - laver la vaisselle dans deux baignoires plutôt qu'au robinet ;
 - ne pas surcharger les lave-linges ni faire de petites machines. Mieux vaut faire tourner le lave-linge uniquement à pleine charge.

(FICR, 2013)

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage - 10

10.1 La roue des causes et conséquences

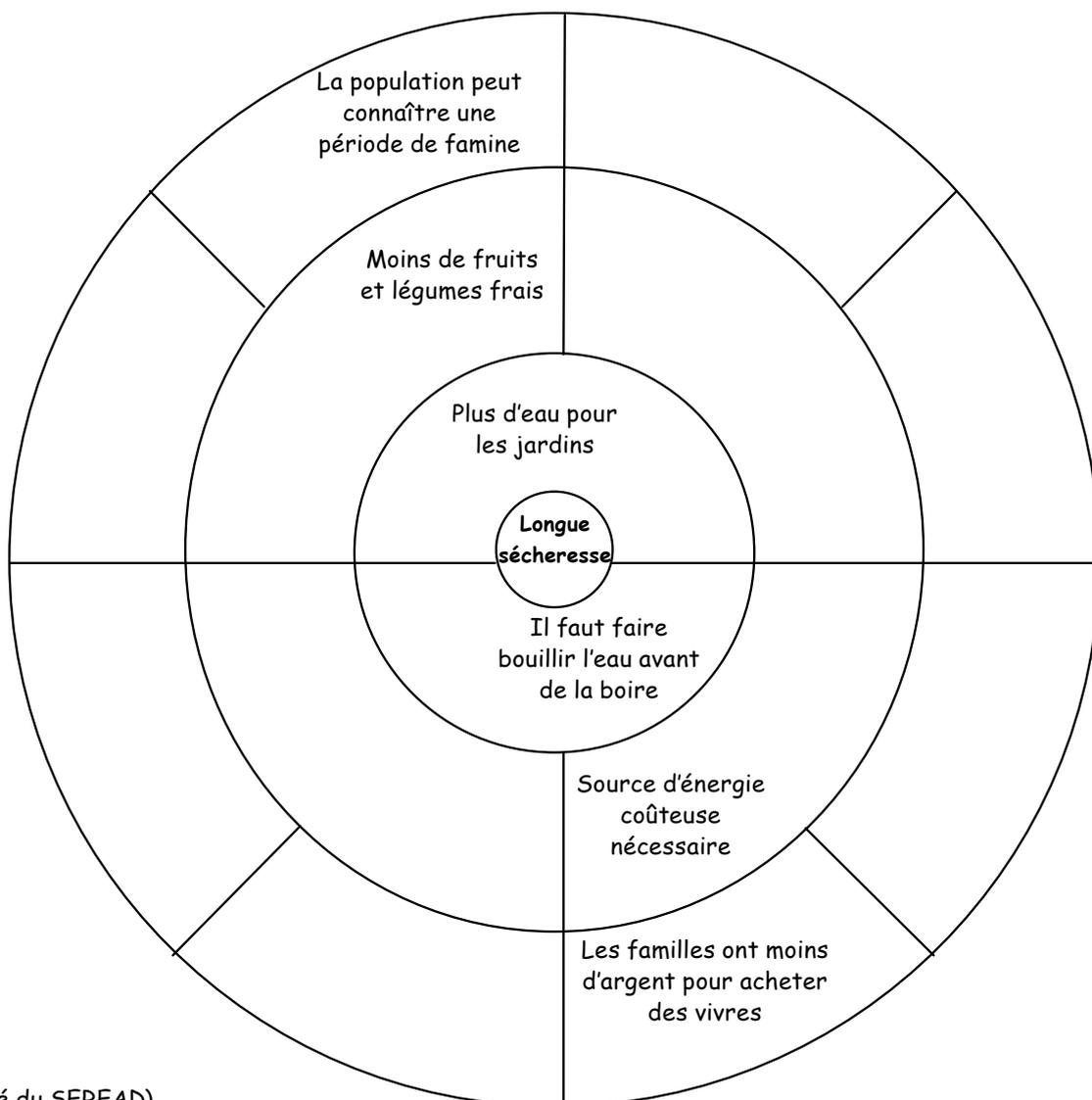
Les élèves inscrivent au centre de la roue une affirmation. Le centre est entouré de deux demi-cercles dans lesquels les élèves indiquent les conséquences qui découlent de l'affirmation initiale. Ces conséquences entraînent d'autres conséquences que les élèves indiquent dans les quatre quarts de cercle suivants, et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les cases aient été remplies. Vous pouvez ajouter autant de cercles concentriques que nécessaire. Les élèves peuvent d'abord réaliser leur roue au brouillon, puis la recopier au propre pour pouvoir l'afficher dans la classe.

Par exemple, plusieurs conséquences découlent de ce fait : « longue période de sécheresse ».

- Il faut faire bouillir l'eau avant de la boire → Pour faire bouillir l'eau, il faut une source d'énergie coûteuse → Les familles ont moins d'argent pour acheter des vivres
- Il n'y a plus d'eau disponible pour arroser les jardins → La production de fruits et légumes diminue → La population peut connaître une période de famine

Cet exercice peut être adapté au contexte local si vous demandez aux élèves de réfléchir aux conséquences de la sécheresse sur leur communauté.

Cet exercice peut être utilisé pour d'autres phénomènes. Une fois que les élèves maîtrisent ce processus de pensée, incitez-les à trouver une conséquence positive et une conséquence négative pour chaque nouvelle conséquence : cela leur permettra d'organiser leurs idées.



(Adapté du SEREAD)

Image 11 – Adaptation au changement climatique et atténuation de ses effets

Cette image présente des mesures d'adaptation au changement climatique et des mesures d'atténuation de ses effets, ainsi que certaines mesures qui correspondent aux deux catégories à la fois. La notion d'**atténuation** renvoie aux efforts visant à réduire les taux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, soit en limitant les sources d'émissions, soit en renforçant la capacité des puits de carbone. La notion d'**adaptation** renvoie aux mesures prises pour limiter les dommages causés par le changement climatique ou examiner les avantages potentiels que l'on peut tirer du changement climatique en vue d'appuyer le développement durable. Les élèves devront utiliser ces expressions au cours de différentes activités, afin de bien maîtriser leur sens.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Activités d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> différencier les mesures d'adaptation au changement climatique et les mesures d'atténuation de ses effets ; travailler en groupe pour élaborer une mesure d'adaptation qu'il serait possible de mettre en œuvre ; mettre en œuvre une mesure d'adaptation, soit par groupe, soit individuellement. 	Questions d'orientation pour interpréter l'image Planifier une action

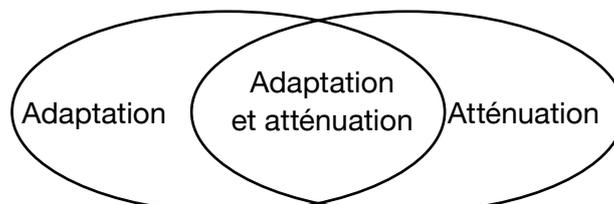
Discussion

Posez les questions suivantes aux élèves :

- Pouvez-vous identifier toutes les mesures présentées sur l'image 11 ?
- Pouvez-vous expliquer comment chaque mesure d'adaptation peut permettre de réduire les taux de GES ?
- Pouvez-vous expliquer comment chaque mesure d'atténuation peut permettre de réduire les effets du changement climatique ?
- Pouvez-vous décrire les actions au centre de l'image ?

Dans un premier temps, vous pouvez faire un brainstorming avec les élèves sur les mesures d'atténuation et/ou d'adaptation possibles, aux échelons individuel, communautaire et national. Vous pouvez ensuite leur demander de classer leurs idées par catégories et leur faire découvrir le Diagramme de Venn qui peut s'avérer être un outil efficace.

Ils peuvent s'aider des images 9 et 10 (sur les conséquences du passage d'un cyclone et d'un épisode de sécheresse) : quelles mesures peuvent être prises pour réduire les effets de ce type de phénomènes climatiques ? Vous pouvez également leur montrer les images 12 à 16 qui présentent des mesures d'adaptation et d'atténuation dans différents contextes : l'horticulture, l'élevage, la foresterie, la pêche et la vie urbaine.



Rappelez aux élèves les actions clés : réduire, réutiliser, recycler. Demandez-leur de proposer d'autres mots commençant par « re- », relatifs aux actions qu'ils pourraient entreprendre (par exemple, refuser, redessiner, réparer). S'agit-il de mesures d'adaptation ou d'atténuation ? Ou les deux ? Insistez bien sur l'idée que les actions individuelles sous-tendent la mise en œuvre de mesures à plus grande échelle. Que peuvent faire les élèves en faveur de la réduction de la pollution, la réutilisation et le recyclage ? Quelles mesures peuvent être adoptées, individuellement et/ou collectivement, pour lutter

contre le changement climatique ? La réduction des déchets, et la réutilisation et le recyclage des objets usés sont des mesures d'atténuation, car elles permettent de réduire les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), d'oxyde nitreux (N₂O) et de méthane (CH₄). Le compostage des déchets organiques améliore la séquestration du carbone dans le profil de sol. Protéger l'environnement de la pollution et des déchets est une mesure d'adaptation. Cela permet de réduire le stress exercé sur les écosystèmes et de leur permettre de mieux s'adapter aux effets du changement climatique.

Nous pouvons réduire nos émissions de dioxyde de carbone en utilisant moins de combustibles fossiles : pour ce faire, mieux vaut se déplacer à pied ou à cheval plutôt qu'en voiture. Nous pouvons réduire notre consommation d'électricité en utilisant des appareils et des lampes à faible consommation d'énergie, en fermant les fenêtres et les portes des pièces climatisées, et en évitant de laisser la lumière allumée inutilement.

Adaptation : Instaurer des changements afin de réduire la vulnérabilité d'une communauté, d'une société ou d'un système aux conséquences néfastes du changement climatique, ou pour tirer profit des conséquences positives éventuelles. Les mesures d'adaptation consistent à renforcer les capacités et les connaissances, et à réaliser des changements pratiques (renforcement des infrastructures côtières, adaptation des systèmes agricoles, et amélioration de la gestion des ressources en eau. (adapté du PROE, 2012)

Atténuation des émissions : Efforts pour réduire les niveaux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, soit en limitant les sources d'émissions, soit en renforçant la capacité des puits de carbone. Pour ce faire, il est possible d'utiliser plus efficacement les combustibles fossiles, d'avoir recours à des sources d'énergie renouvelable, comme l'énergie solaire et hydraulique, d'accroître les surfaces boisées et le nombre de puits de carbone pour réduire le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère. (Adapté du PROE, 2012)

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage - 11

11.1 - Planifier une action

En général, les élèves trouvent facilement des idées, mais ils ont des difficultés à les mettre en œuvre. Demandez aux élèves de réfléchir d'abord, par groupes, à des actions que la classe entière pourrait mettre sur pied. Il pourrait s'agir d'activités d'atténuation (éteindre les lumières, se déplacer à pied plutôt qu'en voiture, planter des arbres), d'activités d'adaptation (créer un jardin, utiliser des sacs en tissu au lieu de sacs en plastique) ou de mesures de réduction des risques (planter des mangroves, élaborer un plan d'urgence pour l'école).

Ils doivent ensuite hiérarchiser leurs idées de façon à sélectionner une seule activité facilement réalisable et efficace.

À qui doivent-ils demander des autorisations pour réaliser leur projet ?

- Qui doit participer à leur projet ?
- Quelles sont les ressources nécessaires à la mise en œuvre de ce projet (financement, matériel, main-d'œuvre, outils) ?
- À qui peuvent-ils demander de l'aide pour obtenir les fonds, le matériel et les outils nécessaires ?
- De quelles compétences ont-ils besoin ?
- Quels membres de leur communauté peuvent leur apporter de l'aide ?
- À qui bénéficierait cette aide ? (Assurez-vous que les élèves prennent en compte tous les groupes sociaux, par exemple : les personnes âgées, les hommes, les femmes et les personnes handicapées.)

Il peut être utile d'attribuer une note à chaque action :

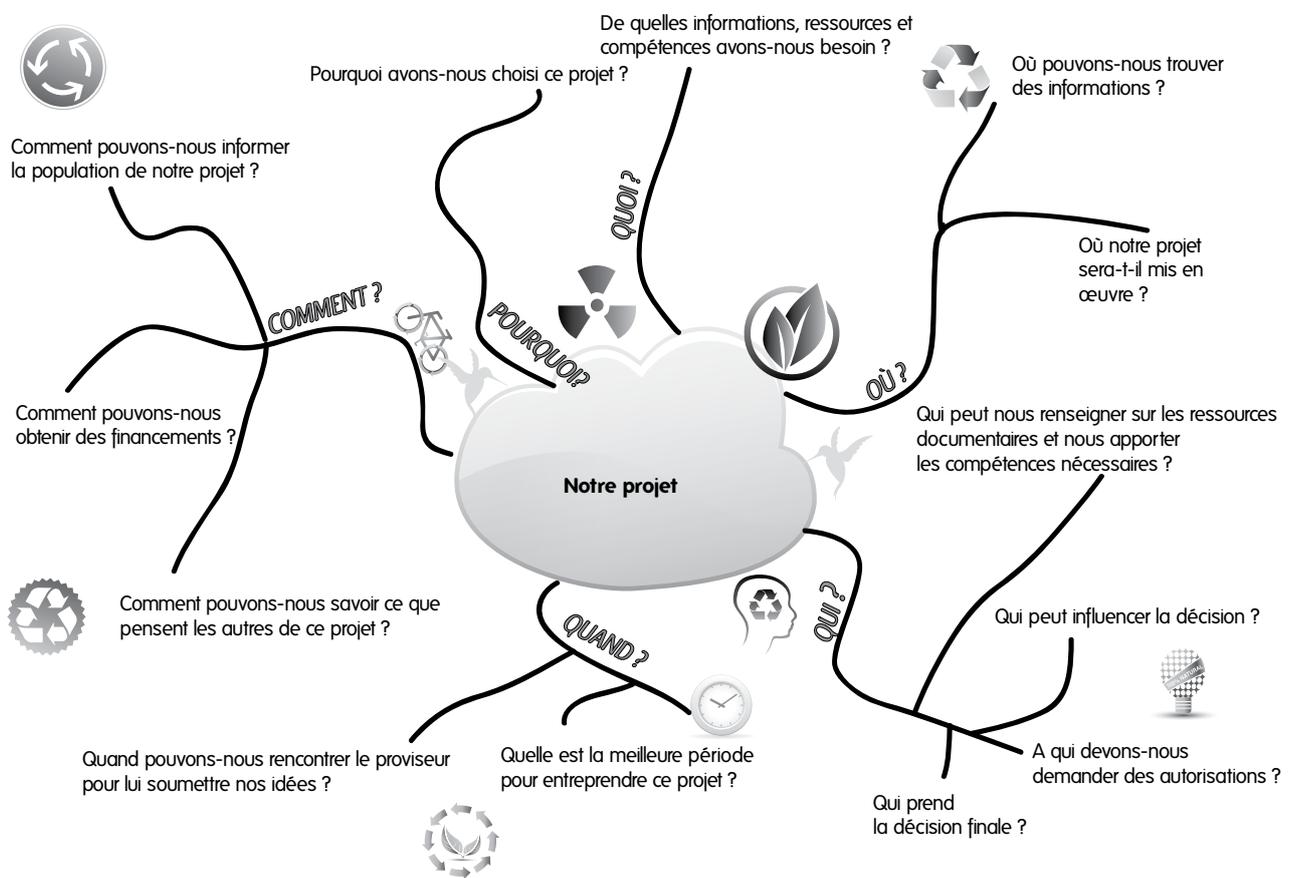
- 1 = très difficile (trop cher, trop de compétences requises, aide nécessaire non disponible, etc.)
- 2 = difficulté moyenne
- 3 = facile/meilleure solution (peu cher, peu de compétences requises, etc.)

Cette méthode peut permettre aux élèves de sélectionner un projet parmi les mesures proposées par chaque groupe. Vous pouvez confier un rôle spécifique à chaque groupe ou à certains élèves possédant des compétences particulières (par exemple, certains mèneront des recherches, d'autres iront collecter des fonds, ou bien écrire des lettres, organiser la mise en œuvre du projet, mesurer le terrain). Tout dépend du projet retenu : il peut s'agir de la création d'un jardin potager, de l'installation d'une citerne d'eau, de la mise en scène d'une pièce de théâtre pour leur communauté, etc. L'image 12 pourra aider les élèves à trouver des idées utiles.

- La mise en œuvre de ce projet représente-t-elle des risques potentiels ? Ce projet peut-il être mis en œuvre en toute sécurité pendant un cyclone ou un épisode de sécheresse ?
- La mise en œuvre de ce projet représente-t-elle un risque potentiel pour certaines personnes ou certains biens ? (Cela peut aider les élèves à hiérarchiser leurs idées et à limiter les risques dans la mesure du possible.)
- Combien de temps leur faudrait-il pour mettre en œuvre leur projet ?
- Ont-ils besoin de faire d'autres recherches pour leur projet ?

Donnez aux groupes d'élèves le temps nécessaire pour répondre à ces questions et se mettre d'accord sur un projet collectif.

Modèle d'organisation du projet : Exemple 1



(Adapté de TKI)

Quelle est la problématique abordée ?
(Les conséquences du changement climatique.)

Quel est notre objectif ?
(Mettre en œuvre un projet en faveur de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets ou de la réduction des risques.)

PROJET
Qu'allons-nous
faire ?

Organisation :
Quoi ?
Quand ?
Où ?
Qui ?

Quelles sont les
compétences et
ressources dont nous
avons besoin ?

De quelles informations
avons-nous besoin et
où pouvons-nous nous
informer ?

Comment pouvons-nous
connaître les opinions
et les ressentis des
autres concernant ce
problème et ce projet ?

Comment pouvons-nous
sensibiliser la population
aux avantages que
représente ce projet ?

Comment ce projet
peut-il bénéficier d'une
aide ?

Évaluation :
Notre projet a-t-il porté
ses fruits ?

Image 12 – L’horticulture et l’élevage du bétail

Sur cette image, on peut voir des personnes en train de cultiver leurs terres et de prendre soin du bétail : ils cultivent toute une gamme de variétés résistantes à la sécheresse, au sel ou aux fortes précipitations, en utilisant des pratiques viables, comme la réduction de la consommation d’eau, le compostage, l’utilisation de méthodes et d’outils traditionnels, et la protection des cultures et des animaux contre les risques de sécheresse, les cyclones ou les violentes tempêtes.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Activités d’enseignement et d’apprentissage
<ul style="list-style-type: none">• identifier un large éventail de pratiques agricoles et horticoles durables ;• choisir l’une de ces pratiques et en faire une explication détaillée.	Discussion et interprétation de l’image « Groupe de base/groupe d’experts » Jardin à l’école

Discussion

Demandez aux élèves d’observer attentivement l’image 12, puis de répondre aux questions suivantes :

- Quelles cultures, quels fruits et animaux d’élevage reconnaissez-vous sur l’image ?
- Parmi les pratiques identifiées, quelles sont celles que vous connaissez, et celles que vous ne connaissez pas ?
- Est-ce que les pratiques inconnues diffèrent des pratiques que vous connaissez déjà ?
- Pourquoi vaudrait-il mieux cultiver différentes variétés de banane ou de taro, par exemple ? (Certaines variétés sont davantage résistantes au sel et d’autres ont moins besoin d’eau. Certaines supportent de grandes variations de température ainsi que les fortes chaleurs. D’autres espèces sont très adaptables et repartiront facilement après le passage d’un cyclone.)

Vous pouvez exploiter cette image conjointement avec les images 13, 14 et 15, pour lancer le jeu « groupe de base/groupe d’experts », afin que les élèves fassent des recherches sur ces nouvelles pratiques. Demandez aux élèves dans quelle mesure ces pratiques peuvent entrer dans le cadre d’actions en faveur de l’adaptation au changement climatique et de l’adaptation à ses effets.

L'horticulture et l'élevage dans la région océanienne

De nombreuses familles vivent grâce aux plantes racines qu'ils cultivent dans leur jardin et leurs petites exploitations. En effet, les racines et les feuilles de ce type de culture sont de précieuses sources d'énergie, de nutriments, de fibres, de calcium, de fer, et de vitamines A, C, et B1 :

- Le taro (*Colocasia esulenta*) : appelé dalo aux Fidji, *te taororo* à Kiribati, *talo* au Samoa et aux Tonga, et *aelan taro* à Vanuatu ;
- Le taro géant des atolls (*Cyrtosperma chamissonis*) : appelé *via kan* aux Fidji, *te babai* à Kiribati, *pulu'a* au Samoa et *navia* à Vanuatu ;
- Le taro géant (*Alocasia macrorrhiza*) : appelé *via* aux Fidji, *te kabe* à Kiribati, *ta'amu* au Samoa, *kape* aux Tonga et *pia* à Vanuatu
- Le chou caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*) : appelé *te tannia* à Kiribati, *talo palagi* au Samoa, *dryland taro* ou *talo futuna* aux Tonga et *taro Fiji* au Samoa ;
- Le manioc (*Manihot esculenta*) : appelé *tapioca* ou *tavioka* aux Fidji, *manioka* au Samoa et *manioc* à Vanuatu ;
- La patate douce (*Ipomoea batatas*) : appelée *kumala* aux Fidji et aux Tonga, *umala* au Samoa et *kumwara* à Kiribati ;
- L'igname (famille des *Dioscorea*) : appelé *uvi* aux Fidji et *ufi* au Samoa.

Le taro est l'un des tubercules les plus fréquemment utilisés et les plus répandus dans le Pacifique, et représente un pilier des cultures insulaires océaniques. Cet aliment est associé au prestige : on l'utilise lors des fêtes traditionnelles, pour faire un cadeau et pour satisfaire aux obligations sociales. Il existe d'autres cultures de plein champ importantes, comme la culture de la canne à sucre, du chou des îles (connu aussi sous le nom de *bele*), de la citrouille, de l'ananas, du maïs, de piments, de choux et de haricots. Le kava (*Piper methysticum*) et le tabac sont quant à eux cultivés pour accomplir les pratiques traditionnelles. Enfin, le mûrier à papier ou arbre à tapa (*Broussonetia papyrifera*), la noix de coco et plusieurs cultivars de pandanus revêtent une importance particulière, car ces plantes servent à confectionner des nattes traditionnelles, des tapas, des bijoux et d'autres objets de fabrication artisanale.

Les productions animales représentent d'importantes sources de revenus et de protéines. Les populations de la région océanienne pratiquent l'élevage de volailles et de porcs pour leur consommation personnelle. Dans les plus grands pays, comme aux Fidji, au Samoa, aux Tonga et à Vanuatu, les volailles, les porcs, les bovins, les moutons et les chèvres sont élevés à des fins commerciales. Les pâturages sont en général de mauvaise qualité, car ils sont mal entretenus et mal exploités.

L'agriculture, la cueillette de fruits sauvages et de noix, les différentes cultures et l'élevage sont des activités essentielles permettant d'assurer la subsistance des populations et les échanges commerciaux. L'économie de nombreux pays océaniques repose sur l'agriculture, notamment la production de sucre et de coprah.

(FAO, 2010)

Les conséquences du changement climatique sur l'horticulture et l'élevage du bétail :

- Les périodes de sécheresse et les inondations, de plus en plus importantes et fréquentes, représentent une menace pour le bétail et les cultures.
- Les rendements agricoles diminuent à cause du stress thermique, de la sécheresse, de l'engorgement des terres, de la multiplication des inondations et/ou de l'érosion des sols, et de l'appauvrissement accéléré des terres.
- La hausse des températures et les variations des régimes des précipitations et de la direction du vent favorisent les flambées de maladies et les incursions d'organismes nuisibles (parfois inconnus jusqu'ici).
- L'élévation du niveau de la mer, associée au phénomène de sécheresse et à la surexploitation éventuelle des ressources en eau douce, est responsable du phénomène d'intrusion d'eau salée. L'eau devient saumâtre et les lentilles d'eau douce finissent par être contaminées. Ce risque augmente en l'absence de systèmes appropriés d'assainissement et d'évacuation des eaux usées. Les réserves d'eau douce peuvent alors être insuffisantes pour l'irrigation des plantes et la consommation des animaux, et les rendements et la productivité diminuent.
- La hausse des températures et les régimes de précipitations extrêmes modifient la structure des sols, ce qui facilite leur érosion, accélère leur appauvrissement, et entraîne une baisse de leur productivité.

Liste de mesures d'adaptation et d'atténuation, en cours d'élaboration dans les pays insulaires océaniques, auxquelles tout le monde peut contribuer :

- Créer des potagers avec plusieurs variétés de légumes et de cultures vivrières, car même si une variété est détruite, il en resterait toujours d'autres en réserve (mesures d'adaptation) ;
- Se tourner vers diverses cultures, notamment les variétés sélectionnées d'igname, de taro, de patate douce et de chou, qui peuvent supporter des conditions climatiques extrêmes, telles que des journées très chaudes, de longues périodes de sécheresse, l'eau salée et les pluies trop abondantes qui provoquent des inondations (mesures d'adaptation) ;
- Sélectionner des variétés d'igname, de banane et de patate douce qui peuvent se multiplier plus rapidement, car les repousses à partir des plants mères sont plus nombreuses (mesures d'adaptation) ;
- Planter des arbres et des arbustes le long des courbes de niveau pour mieux lutter contre l'érosion des sols sur les versants (mesures d'adaptation et d'atténuation) ;
- Fabriquer du compost grâce aux épluchures de fruits et de légumes, et aux feuilles, car cela permet de réduire les émissions (mesures d'atténuation) et de rendre les sols plus fertiles (mesures d'adaptation) ;
- Faire sécher des fruits et des légumes, comme le manioc, la banane et la patate douce, à l'aide de l'énergie solaire. On peut vendre ces produits séchés au soleil afin de générer des revenus (mesures d'adaptation et d'atténuation) ;
- Adapter les méthodes et les périodes actuelles de plantation et de culture du melon, du concombre, de la tomate et d'autres espèces, en fonction de conditions climatiques plus variables et plus chaudes (mesures d'adaptation) ;
- Protéger le bétail des fortes précipitations, des inondations, des tempêtes, du soleil et de la sécheresse en le mettant à l'abri (en cas de tempête), à l'ombre (sous un toit ou un arbre) et en lui donnant suffisamment à boire (mesures d'adaptation) ;
- Croiser les porcs locaux avec des porcs étrangers pour créer des espèces capables de supporter des températures plus élevées et un climat plus sec, et de produire plus de viande (mesures d'adaptation) ;
- Améliorer l'élevage d'abeilles domestiques pour leur permettre de prospérer dans des conditions climatiques plus extrêmes et sous des températures plus élevées (exemple de mesures d'adaptation venant de Vanuatu) ;
- Ne pas utiliser trop d'engrais, et si nécessaire, choisir des engrais biologiques (mesures d'atténuation) ;
- Utiliser des panneaux solaires pour chauffer l'eau, déshydrater les aliments et produire de l'électricité dans les villages ;
- Utiliser du biogaz, plutôt que du bois, comme combustible, ou des fours fermés plutôt que des fours ouverts dans les villages (mesures d'atténuation).

(FAO, 2010 ; CPS/GIZ, 2012 ; CPS/GIZ ; Samson, 2012 ; VMGD, 2013)

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage - 12

12.1. Le jeu « groupe de base/groupe d'experts »

Vous pouvez employer cette stratégie avec les images 12, 13, 14 et 15.

1. Attribuez à chaque élève un numéro de 1 à 4, jusqu'à ce que tout le monde ait un numéro. Demandez-leur de former des « groupes de base » composés d'un numéro 1, d'un numéro 2, d'un numéro 3 et d'un numéro 4.
2. Demandez ensuite à tous les numéros 1 et aux numéros 2 de se regrouper respectivement dans chaque coin au fond de la classe, et à tous les numéros 3 et numéros 4 de se rassembler dans chaque coin à l'avant de la salle de classe.
3. Chaque groupe reçoit une image : les 1 ont l'image 12, les 2 ont l'image 13. Donnez-leur également l'image 1, pour qu'ils puissent la comparer à l'image 12 ou 13.
4. Donnez aux 3 l'image 14, et aux 4 l'image 15.
5. Chaque groupe doit identifier sur son image un maximum de pratiques, définir si ces pratiques sont bonnes ou mauvaises, et expliquer pourquoi. Donnez-leur suffisamment de temps pour prendre des notes sur une feuille A4.
6. Chaque groupe doit se répartir les activités de recherche, car de nombreux changements sont à noter sur chaque image. Donnez-leur suffisamment de temps pour que chaque groupe arrive à obtenir une page entière de notes.
7. Chaque numéro devient un « expert » sur les pratiques observées sur son image : il va alors transmettre aux autres les informations qu'il aura apprises sur ces pratiques.
8. Les élèves retournent dans leur groupe de base d'origine et partagent les informations qu'ils auront acquises sur leur image. Ainsi, chacun est expert des pratiques recommandées dans un domaine, et a quelques connaissances sur les autres bonnes pratiques recommandées dans les trois autres domaines.

(Adapté du SEREAD)

12.2 Le jardin à l'école

Les élèves pourraient choisir les arbres fruitiers et d'autres plantes qu'ils souhaiteraient planter dans l'enceinte de leur école, de manière à pouvoir faire une première récolte pendant l'année scolaire et à consommer ce qu'ils auront cultivé.

1. Aidez les élèves à trouver une zone dans l'enceinte de l'école où ils pourront établir leur jardin.
2. Les élèves peuvent demander aux membres plus âgés de leur communauté quels arbres fruitiers et quelles cultures sont faciles à cultiver. Ils peuvent également se rapprocher d'un agent chargé de la vulgarisation agricole ou du Département de l'agriculture le plus proche pour demander conseil et se procurer des semences.
3. Allez faire une visite guidée d'un jardin local bien entretenu afin de donner un exemple pratique aux élèves.
4. Vous pouvez demander aux élèves de répertorier les variétés de fruits et de cultures, et d'indiquer les informations suivantes dans un tableau :

Appellation du fruit ou de la culture (en langue vernaculaire, en anglais ou en français)	À quelle période peut-on planter cette variété ?	Quelles sont les saisons de fructification et de récoltes ?	Où peut-on se procurer des semis ?	Avez-vous noté des changements relatifs aux saisons de fructification et de récoltes ?
Taro				
Noix de coco				
Etc.				

5. Les élèves peuvent se procurer des semis, soit grâce à des dons, soit en les achetant, soit en les ramenant de chez eux.
6. Ils effectuent ensuite les plantations en choisissant l'endroit le plus adapté, la bonne période des semis et la technique appropriée, selon les conseils qui leur ont été prodigués.
7. Il faut prendre soin des plantes et les arroser régulièrement. Les élèves peuvent faire des équipes de 3 ou 4 personnes pour chaque jour de la semaine, ou bien se répartir certaines plantes ou parcelles du jardin dont ils s'occuperont exclusivement.
8. Les élèves effectuent les récoltes et préparent leur nourriture.

Image 13 – La foresterie et l’agroforesterie

Sur cette image, on peut voir la mise en œuvre de pratiques forestières et agroforestières qui permettent de piéger le CO₂ (et donc de réduire les émissions), de préserver les ressources, et d’éviter l’érosion. Ces pratiques agissent également en faveur d’une production forestière, agricole et animale durable (adaptation au changement climatique).

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Activités d’enseignement et d’apprentissage
<ul style="list-style-type: none">• identifier diverses pratiques forestières durables ;• choisir l’une de ces pratiques et en faire une explication détaillée.	Questions d’orientation pour interpréter l’image et discussion « Groupe de base/groupe d’experts » Identifier et planter des essences d’arbres, des arbustes et/ou des plantes herbacées

Discussion

Demander aux élèves d’observer attentivement l’image 13 et de répondre aux questions suivantes :

- Quels arbres fruits, cultures et animaux d’élevage pouvez-vous identifier ?
- Parmi les pratiques que vous pouvez identifier, quelles sont celles que vous connaissez et celles que vous ne connaissez pas ?
- Certaines de ces pratiques sont-elles mises en œuvre au sein de votre communauté ?
- Pourquoi vaut-il mieux cultiver des plantes sous les arbres ? (Les arbres apportent de l’ombre, réduisent le phénomène d’évaporation, et permettent de conserver l’eau dans le sol, grâce notamment à leurs racines. Ils protègent le sol contre l’érosion lors des fortes précipitations, et les nutriments restent donc dans le sol.)
- En quoi le reboisement permet-il de réduire les émissions de CO₂ ? (Les arbres ont besoin de dioxyde de carbone pour pousser et pour la photosynthèse. Ce sont d’importants puits de carbone.)
- Pouvez-vous identifier d’autres avantages liés au reboisement ? (Les arbres apportent de l’ombre au bétail et permettent de réduire l’érosion des côtes et des terrains en pente. Ils fournissent du bois de feu, des fruits et sont utilisés pour la construction d’habitations et la fabrication de meubles, entre autres. Ils sont essentiels pour les oiseaux, les plantes, et pour préserver la biodiversité de nos îles.)

Vous pouvez exploiter cette image conjointement avec les images 12, 13 et 14, pour lancer le jeu « groupe de base/groupe d’experts » afin que les élèves fassent des recherches sur les différentes pratiques. Demandez aux élèves dans quelle mesure ces pratiques peuvent entrer dans le cadre d’actions en faveur de l’adaptation au changement climatique et de l’adaptation à ses effets.

Les forêts et la biodiversité

Les incendies de forêt et le déboisement sont responsables de l’augmentation du taux de dioxyde de carbone dans l’atmosphère, renforcent l’effet de serre, et ont des conséquences sur notre environnement :

- Les arbres et les forêts constituent un habitat d’importance majeure pour de nombreuses espèces végétales et animales. Le déboisement représente une menace pour ces espèces, tant en termes de diversité que d’abondance, et entraîne le recul de la biodiversité.
- Les bassins versants dépendent étroitement des forêts : ces dernières contribuent à la rétention de l’eau douce dans le sol, réduisent l’évaporation, et préviennent l’érosion des sols et leur déversement dans la mer et les rivières.

Comment les forêts contribuent-elles à la réduction des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ?

Les plantes, en particulier les arbres, ont besoin de carbone pour pousser. Lorsque nous plantons de nouveaux arbres (boisement et/ou reboisement), cela contribue à la réduction des taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère (séquestration de carbone), car les forêts absorbent une grande quantité de carbone pour fabriquer de nouvelles cellules.

Quand nous abattons des arbres et que nous les laissons se décomposer, ils émettent des gaz, notamment deux gaz à effet de serre : le dioxyde de carbone et le méthane. L'accumulation de ces deux gaz dans l'atmosphère contribue à l'effet de serre, et donc au réchauffement climatique.

Lorsque nous préservons les forêts, en réduisant la déforestation et leur dégradation, et que nous gérons plus durablement nos ressources forestières, nous réduisons les émissions de gaz à effet de serre.

Réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts

Dans les pays insulaires océaniques où les forêts sont luxuriantes, comme les Fidji et Vanuatu, on voit se développer de nouveaux projets en faveur de l'atténuation des conséquences du changement climatique et de l'aménagement des forêts (projets de « réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts » (REDD) et de « mécanismes pour un développement propre » (MDP), par exemple). Ces projets visent principalement à réduire les émissions de dioxyde de carbone et à augmenter la fixation du carbone. Ces projets encouragent principalement la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts, la préservation des forêts, la gestion durable des forêts et l'augmentation du stockage de carbone.

Tableau 13.1 : Espèces généralement cultivées dans le cadre des systèmes agroforestiers

Cultures agroforestières		Essences fruitières		Cultures arboricoles et autres essences
Taro	Maïs	Banancier	Carambolier	Arbre à pain
Taro géant	Piments	Citrus	Pandanus	Cocotier
Taro Xanthosoma	Choux	Papayer	Pommier-malac	Palmier sagoutier
Manioc	Haricots	Manguier	Mombin rouge	Arbres à fruits à coque
Patate douce	Kava	Avocatier	Figuier	Palmier à bétel
Ananas	Tabac	Corossol	Pitaya	Autres types de palmiers
Canne à sucre	Café	Pomme-cannelier	Pomettier	
Chou des îles	Cacao			
Citrouille				

(FAO, 2010)

Les Forêts et la production alimentaire

De nombreuses communautés océaniques cultivent des essences d'arbres pour assurer leur subsistance et pour en faire une exploitation commerciale.

« Les fermiers qui pratiquent l'agroforesterie dans la région océanique cultivent des espèces végétales et arbustives avec des arbres fruitiers, ce qui leur permet de produire différentes sortes d'aliments tout au long de l'année. L'association de cultures et d'arbres permet de préserver la santé des sols et de prévenir le lessivage et le déversement d'éléments du sol dans les rivières ou la mer, où ils forment de la vase et détruisent les habitats des poissons et d'autres espèces.

Il y a moins d'organismes nuisibles et de maladies dans une ferme agroforestière que dans une ferme ne pratiquant qu'une seule culture. Dans les monocultures, les insectes spécialisés dans l'attaque de l'espèce cultivée se propagent très rapidement. Si les cultures sont diversifiées et qu'elles sont associées aux arbres, les nuisibles trouvent moins facilement leur espèce de prédilection. Une ferme agroforestière permet également d'obtenir du bois de feu et d'autres produits ligneux sans que l'on ait besoin de déboiser inutilement des zones forestières. » (Sansom, 2012 : 20)

On peut aussi placer les cochons, les volailles et le bétail dans des espaces boisés (généralement des cocoteraies) pour les protéger du soleil, des fortes précipitations et d'autres phénomènes météorologiques.

Les conséquences du changement climatique sur les forêts :

- Les risques d'incendie vont augmenter avec la hausse des températures ;
- Les variations de niveaux d'eau dans le sol, de température, des taux de CO₂ sont susceptibles d'avoir des effets négatifs sur le rendement de la photosynthèse et la croissance des arbres ;
- La hausse des températures et les variations des régimes des précipitations peuvent favoriser la propagation des espèces envahissantes et des organismes nuisibles ;
- La santé des forêts pourrait être menacée du fait de l'intrusion d'eau salée, de l'érosion des berges et du littoral, de l'exposition aux embruns, et du stress thermique exercé sur les sols ;
- Les inondations, les périodes de sécheresse et les cyclones peuvent endommager les plantations forestières, les ressources forestières naturelles et les infrastructures qui y sont associées ;
- Les zones forestières risquent davantage d'être déboisées, pour compenser la perte de terre arable causée par le changement climatique.

Les pays insulaires océaniques encouragent l'agroforesterie, le reboisement et la lutte contre l'érosion pour aider nos forêts à s'adapter aux impacts du changement climatique, et pour réduire les taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Sur les terrains en pente, les racines des plantes permettent de prévenir d'éventuels glissements de terrain, provoqués par de fortes précipitations et le passage d'un cyclone (phénomènes liés au changement climatique), ou encore un séisme ou une éruption volcanique (phénomènes liés à la tectonique des plaques).

Liste de mesures d'adaptation et d'atténuation, en cours d'élaboration dans les pays insulaires océaniques, auxquelles tout le monde peut contribuer :

- empêcher la conversion des surfaces forestières pour une autre utilisation des sols (abattage complet d'une forêt à des fins agricoles) ;
- réduire la dégradation de nos forêts et les pratiques destructrices (par exemple : pratiques d'exploitation forestière moins dévastatrices) ;
- préserver les anciennes forêts de grande valeur ;
- mettre en place des pratiques agroforestières en associant différentes essences d'arbres aux cultures ;
- planter des légumes (oignon, ail et coriandre), des fleurs et des plantes (souci, basilic, citronnelle et musc des îles (*uhi* en tongan, *uci* en fidjien et *usi* en samoan)) à odeur forte, pour protéger les arbres et les cultures des organismes nuisibles et des insectes ravageurs ;
- pratiquer la culture en bandes (culture intercalaire d'espèces forestières, de tubercules et de fruits) ;
- planter et replanter des arbres ;
- enlever le moins de végétation possible lors du reboisement des versants ;
- éradiquer les adventices envahissantes pour lutter contre la dégradation des forêts ;
- sélectionner les essences d'arbres, les espèces herbacées et les arbustes à planter sur les versants et les littoraux (par exemple, mangroves dans les zones adaptées) ;
- encourager la création de pépinières forestières dans les zones rurales ;
- éviter de faire brûler du bois, des racines et des feuilles. Utiliser plutôt les feuilles pour fabriquer du compost. Même si le processus de décomposition augmente la production de dioxyde de carbone, le compostage représente un avantage certain, car il améliore la qualité des sols ;
- promouvoir les pratiques agricoles et forestières durables et les techniques de gestion durable des sols pour une exploitation plus raisonnée des zones forestières.

(GoF, 2012 ; FAO, 2010 ; CPS/GIZ, 2012 ; Sansom, 2012 ; GoT, 2010.)

Activités d'enseignement et d'apprentissage - 13

13.1 « Groupe de base/groupe d'experts »

Les élèves forment des groupes et font le même exercice que pour l'image 12.

13.2. Identifier et planter des essences d'arbres, des arbustes et/ou des plantes herbacées

Les élèves doivent identifier et planter des arbres, des arbustes et des plantes herbacées. Cette tâche peut faire office de travaux pratiques en plein air et s'inscrire soit dans le programme scolaire, soit dans les activités extra-scolaires.

1. Demandez aux élèves de choisir une zone (enceinte de l'école, versant d'une colline ou zone côtière, par exemple), où la classe ou tous les élèves de l'école planteront des arbres, des arbustes, des plantes herbacées, et pourquoi pas, des variétés culturelles ;
2. Les élèves et les enseignants doivent s'assurer que la communauté donne son accord pour la mise en œuvre de ce projet ;
3. Les élèves peuvent demander aux membres plus âgés de leur communauté de les conseiller sur les espèces qui poussent le mieux dans la zone qu'ils auront sélectionnée. Ils peuvent également se rapprocher d'un agent chargé de la vulgarisation agricole ou du Département de l'agriculture le plus proche pour demander conseil. Essayez de trouver un expert local, qui pourrait vous faire une visite guidée pour découvrir les forêts et les essences locales ;
4. Vous pouvez demander aux élèves de répertorier les différentes espèces, et d'indiquer les informations suivantes dans le tableau ci-dessous :

Nom de l'essence d'arbre/ d'arbuste/de la plante herbacée (en langue vernaculaire, en anglais ou en français)	Où pousse cette espèce ? (versant des collines, plaines, côté lagon/côté océan, forêt,...)	Quelle partie de l'arbre/arbuste/ plante herbacée peut-on utiliser et pour quel usage ?	À quelle période peut-on planter cette essence ?	Quelle est la saison de fructification et des récoltes ?
Arbre à pain	Pousse bien dans notre village et nos jardins	On peut manger le fruit à pain. Le bois sert à construire des maisons.		
Cocotier	Côté lagon et côté océan	On mange la chair de la noix de coco et on boit son lait. Les coques servent à fabriquer des bijoux et des bols à kava. On utilise les feuilles pour tisser des nattes, le bois pour la construction des maisons, et l'écorce pour... Etc.		

5. Les élèves peuvent se procurer des semis, soit grâce à des dons, soit en les achetant, soit en les ramenant d'ailleurs (à Tarawa, par exemple, les élèves sont allés chercher eux-mêmes les semis de palétuviers dans les forêts denses de mangrove. Aux Tonga, le Département des forêts a conseillé les élèves sur les espèces qu'il est préférable de planter, et les semis ont été donnés par les programmes de lutte contre le changement climatique).
6. Les élèves plantent les semis. L'agent forestier ou l'expert local peuvent éventuellement se porter volontaires pour prodiguer des conseils sur le lieu le plus adapté, la meilleure période et la technique la plus appropriée pour planter les semis.
7. Il faut vérifier régulièrement que les nouvelles plantations se portent bien, les arroser et les protéger. Il peut être judicieux de former des binômes pour que chaque groupe « adopte » un arbre et s'en occupe exclusivement.

Image 14 – La pêche

On peut voir à droite de l'image, dans la partie supérieure, des pratiques de pêche durables, traditionnelles et modernes, permettant de protéger les écosystèmes marins et d'eau douce. À gauche, dans la partie inférieure de l'image, on peut voir des pratiques non durables, telles que la pêche à la dynamite, l'utilisation de grands filets à l'intérieur du récif, et le déversement de déchets et d'eaux usées dans la zone récifale. Il se peut que les élèves venant des villages côtiers posent de nombreuses questions au sujet de ces pratiques. On peut également voir sur l'image des exemples d'aquaculture continentale.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Fiches informatives pour l'enseignant et activités d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none">• identifier diverses pratiques de pêche durables ;• choisir l'une de ces pratiques et en faire une explication détaillée ;• expliquer les conséquences que peut avoir le changement climatique sur les récifs ;• parmi les pratiques de pêche non durables, en choisir une et expliquer en quoi elle n'est pas durable.	Questions sur la pêche et les produits de la mer, et interprétation de l'image. « Groupe de base/groupe d'experts » Qui suis-je ? Un poisson, deux poissons, poissons rouges, peu de poissons Découverte des espèces marines Activités sur les zones protégées

Discussion

Les écosystèmes marins et la pêche :

- À quelle fréquence consommes-tu des produits de la mer ?
- Quel type de produits de la mer manges-tu ?
- D'où viennent ces produits de la mer ?
- Quelles techniques de pêche sont employées sur l'image 14 ?
- Est-ce que tu pratiques la pêche ? Avec qui ? (Mère, père, amis.) Où ? (Mer, lagon, récif, rivière, estuaire...)
- Quelle(s) technique(s) utilises-tu et quelles espèces captures-tu ?

L'acidification des océans et le blanchissement des coraux

Lisez les informations générales relatives à l'image 7. Si vous utilisez conjointement les images 14 et 7, vous pouvez débattre avec vos élèves des impacts du changement climatique sur les pêches.

- Pourquoi les récifs coralliens sont-ils importants ?
- Vous sentez-vous concernés par le fait que les récifs coralliens sont menacés ?
- Qu'est-ce qui changerait au sein de votre communauté si les récifs coralliens n'existaient pas ?
- Quels changements votre communauté pourrait-elle effectuer pour survivre sans récifs coralliens ? (Findlay et Hinge, 2010)
- Que pourrait faire votre communauté pour préserver la barrière de corail ?

Qu'entend-on par « produits de la mer » ?

Tout ce qui vient de la mer et qui est consommable par l'homme. L'écosystème marin abrite évidemment d'autres créatures, qui sont impropres à la consommation humaine. Les scientifiques emploient le terme générique de « vie marine » (voir tableau 14.1 et Figure 14.1).

De tout temps, les produits de la mer ont constitué la principale source de protéines pour les populations des pays insulaires océaniques. Il existe différentes techniques de pêche traditionnelles, pratiquées aussi bien par les hommes que les femmes et les jeunes.

Les produits de la mer sont l'une des ressources naturelles majeures exploitées à des fins commerciales dans les pays insulaires océaniques. Le thon est hautement prisé par les flottilles de pêche étrangères en provenance, entre autres, des États-Unis, du Japon, de la République populaire de Chine, de la Corée, et d'Espagne. Les gouvernements des pays insulaires océaniques vendent des licences de pêche aux flottilles étrangères, les autorisant ainsi à pêcher dans leurs zones économiques exclusives (ZEE). Les navires de pêche commerciale utilisent de nombreuses longues lignes (palangres) ou des filets gigantesques (sennes). Les navires et les bateaux à moteur consomment des combustibles fossiles qui contribuent aux émissions de dioxyde de carbone (2,3 % des émissions dans le monde sont produites par les transports ferroviaires et maritimes).

Les mangroves et les récifs coralliens

Les mangroves sont des zones de pêche de première importance pour les communautés côtières, qui utilisent également les coraux, les coquillages et les perles pour confectionner des bijoux. De plus, la beauté des récifs attire de nombreux touristes du monde entier. Les récifs coralliens et les mangroves jouent également un rôle majeur en termes de biodiversité, de par la grande diversité et densité des espèces qui s'y trouvent. Ce sont deux types d'écosystèmes marins fragiles, qu'il faut impérativement protéger de la pollution, de la surexploitation et d'autres types de dégradation.

Les hommes, femmes et enfants pêchent des poissons d'eau douce et ramassent des moules et des escargots dans les rivières et ruisseaux des îles volcaniques, telles que les Fidji, le Samoa, les Tonga et Vanuatu.

La pisciculture

Des bassins de pisciculture ont été récemment aménagés le long de cours d'eau sur les îles volcaniques et dans des zones sablonneuses sur les îles-atolls, où de nouvelles espèces ont été introduites, comme le tilapia dans de nombreuses îles du Pacifique et la truite en Papouasie-Nouvelle-Guinée. La question de savoir si l'introduction de nouvelles espèces de poissons dans les cours d'eau comporte plus d'avantages que d'inconvénients écologiques est encore à l'étude. À Kiribati, par exemple, le tilapia n'est pas recommandé, contrairement au chanidié. Il ne fait cependant aucun doute que la pisciculture peut être à la fois une bonne source de revenus et de nourriture.

(Adapté de King, 2004)

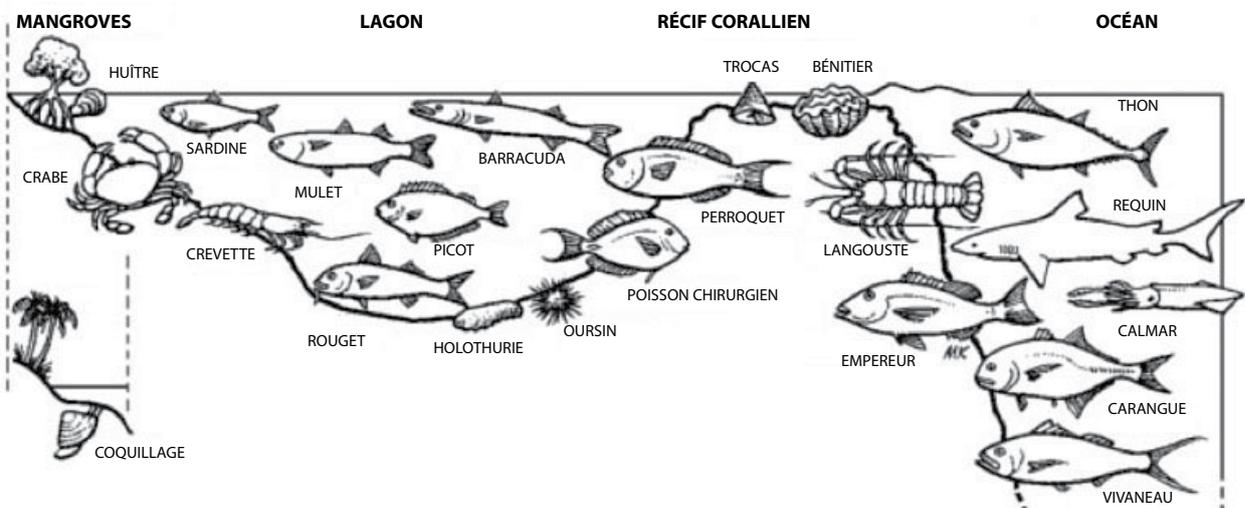


Figure 14.1 : Coupe longitudinale du littoral d'une île haute : on peut y voir la haute mer, la barrière de corail, le lagon, et soit une mangrove (haut de l'image), soit une plage de sable (bas de l'image). (King, 2004)

Tableau 14.1 : Embranchements de vie marine

Embranchements de vie marine (<i>phylum</i>)	Familles
Crustacés	Crevette, langouste, crabe
Mollusques	Palourde, huître, moule, escargot de mer, poulpe, ver polychète
Échinodermes	Oursin, holothurie, étoile de mer
Poissons	Poissons du lagon (picot et chanidé, par exemple), poissons des récifs coralliens (mérout et perroquet, par exemple) et poissons du large (mahi-mahi et carangue, par exemple)
Autres vertébrés marins	Serpent, tortue, dugong, baleine, requin
Plantes	Palétuvier, laitue de mer
Algues	Algues
Oiseaux	Sterne, noddie, frégate...

Les habitats marins

À chaque espèce correspond un milieu marin adapté. Les milieux marins océaniques sont généralement : les mangroves, les plages de sable, le lagon, la barrière de corail, les herbiers marins, les replats de marée et la haute mer (voir Figure 14.1).

Les mangroves et les herbiers marins sont d'un intérêt particulier pour la pêche côtière à l'échelon mondial : ce sont des zones d'alevinage pour les poissons et les invertébrés habituellement capturés, qui fournissent des habitats d'alimentation pour de nombreuses espèces de poissons démersaux adultes, dont certains restent sur les récifs la journée et cherchent de la nourriture dans les herbiers marins et les replats de marée la nuit. Les herbiers marins et les replats de marée constituent aussi des habitats permanents pour plusieurs espèces d'holothuries (principal groupe d'invertébrés consommés et exportés dans la région), et pour différentes espèces de mollusques récoltés à des fins de subsistance.

L'état et la surface des herbiers marins se dégradent du fait de l'augmentation de la turbidité (envasement) des eaux côtières et des taux de sédimentation, qui résulte d'une mauvaise gestion des terres dans les bassins versants des îles hautes. D'autres pertes devraient être déplorées pour plusieurs raisons : stress thermique plus important, augmentation de la sédimentation et de la turbidité en raison des taux plus élevés de ruissellement, déplacement des sites de développement des mangroves et des herbiers marins en raison de l'élévation du niveau de la mer, et éventuellement, dégâts physiques causés par l'élévation du niveau de la mer et le passage de cyclones plus violents.

(King, 2004)

Les conséquences du changement climatique

Le changement climatique aura de nombreuses conséquences sur la pêche en eau douce, la pêche hauturière et la pêche côtière. Voici une liste des impacts majeurs :

- Le réchauffement de l'océan provoquera une hausse de la fréquence des épisodes de blanchissement des coraux ;
- Les squelettes des coraux et les coquilles des crustacés et des mollusques seront fragilisés ou abîmés par les eaux acides de l'océan ;
- Des tempêtes et des cyclones plus violents vont endommager les récifs ;
- Les poissons et invertébrés auront plus de risques de contracter des maladies du fait de l'élévation de la température de la mer ;
- Les changements affectant les récifs coralliens (plus de coraux et algues morts) vont augmenter les agents pathogènes marins, comme celui responsable de la ciguatera ;
- Les changements affectant la température de l'océan, les courants et les chaînes alimentaires auront des répercussions certaines sur la localisation et l'abondance des espèces de thonidés. Or, les communautés côtières comptent de plus en plus sur ces ressources pour assurer leur sécurité alimentaire et leur subsistance (on estime que la population de bonites va augmenter à Kiribati !) ;
- Les taux de survie et de croissance de nombreuses espèces en aquaculture côtière vont diminuer à cause de l'élévation de la température de la mer et de l'aggravation du phénomène d'acidification des océans ;
- Les débits fluviaux vont augmenter et la superficie des habitats de poissons dans les plaines inondables va s'étendre, du fait de l'intensification des précipitations due au changement climatique. Ces nouvelles conditions seront favorables au cycle de vie de nombreuses espèces de poissons d'eau douce, et à la productivité de la pêche en eau douce dans les bassins versants où la végétation est bien entretenue.

Si les écosystèmes côtiers se dégradent, la productivité de la pêche côtière vivrière et de la pêche commerciale va diminuer de façon dramatique. Dans les pays où la superficie de zone récifale par personne est faible et où les taux de croissance démographique sont élevés, la pêche côtière sur les récifs ne pourra pas fournir du poisson en quantités suffisantes pour l'ensemble de la population, surtout dans les pays insulaires océaniques.

(Bell, Johnson et Hobday, 2011 ; CPS, 2011 ; CPS/GIZ, 2012 ; VMGD, 2013)

Voici quelques mesures d'adaptation et d'atténuation en cours d'élaboration dans les pays océaniques :

- Améliorer l'accès à d'autres ressources halieutiques pour atténuer la pression exercée sur les récifs coralliens ou pour trouver une alternative aux poissons côtiers si certains récifs coralliens blanchissent (mesures d'adaptation), à savoir
 - Capturer des poissons du large, comme le thon, en mettant à l'eau des dispositifs de concentration du poisson dans les eaux côtières ;
 - Capturer des petits poissons pélagiques du large ;
 - Élever des crevettes d'eau douce ou des tilapias dans des étangs alimentés par l'eau des rivières dans les zones rurales ;
 - Élever des chanidés capturés dans la mer au stade juvénile ;
- Replanter des palétuviers ou d'autres espèces végétales côtières dans des zones adaptées (mesures d'atténuation et d'adaptation, voir l'image 13 sur la foresterie) ;
- Arrêter de couper les ailerons de requins et libérer les requins capturés (mesures d'adaptation) ;
- Aménager des ponts-jetées ouverts pour permettre le renouvellement naturel de l'eau, ou rouvrir des ponts-jetées inter-îles pour permettre le retour des ressources marines et terrestres (mesures d'adaptation) ;
- Prévenir l'érosion des côtes ou des collines (due au déboisement ou à de mauvaises pratiques de gestion des terres, par exemple) et le phénomène associé de dépôt de sédiments dans les rivières ou la mer (mesures d'adaptation) ;
- Ne pas détruire les récifs coralliens : ne pas pratiquer la pêche à la dynamite, ne pas arracher des coraux pour le bâtiment et la construction (mesures d'adaptation) ;
- Ne pas déverser de déchets et d'excréments dans les rivières et la mer (mesures d'adaptation) ;
- Créer des zones marines protégées (ou des zones taboues) pour préserver les écosystèmes marins (mesures d'adaptation) ;
- Assurer une gestion durable des ressources halieutiques (mesures d'adaptation) ;
- Préférer la navigation à voile et l'utilisation de pirogues aux bateaux à moteur, ou préférer des petits bateaux économiques (mesures d'atténuation).

Activités d'enseignement et d'apprentissage - 14

14.1 « Groupe de base/groupe d'experts »

Par groupes, les élèves doivent identifier sur l'image les mesures d'adaptation et d'atténuation, afin de déclencher la prise de parole. Ils peuvent ensuite faire le même exercice que pour l'image 12.

14.2 Qui suis-je ?

Cette activité a été conçue pour permettre aux élèves de formuler des questions précises et ciblées. Chaque élève a une carte attachée dans le dos, sur laquelle se trouve un mot ou une image en rapport avec un sujet. Vous pouvez utiliser la liste ci-dessous pour fabriquer les cartes. Veillez à ce que les élèves ne voient pas les mots ni les images qui apparaissent sur les cartes. Vous pouvez fixer les cartes soit à l'aide d'épingles de sûreté, soit grâce à une ficelle suffisamment longue qui s'attache autour du cou des élèves, de façon à ce qu'elles pendent dans le dos. Les élèves doivent deviner qui ils sont en posant des questions aux autres élèves, et en respectant les règles suivantes :

1. Ils ne peuvent poser qu'une question à la fois à chaque élève : ils doivent passer à l'élève suivant pour chaque nouvelle question.
2. Les SEULES réponses possibles sont « oui » ou « non » : on ne peut donc poser que des questions fermées.

Il s'agit de la « technique de Suchman », qui force les élèves à bien réfléchir à leur question avant de la poser et à se souvenir de toutes les réponses. Avant de démarrer l'activité, vous pouvez faire le point avec les élèves sur le type de questions qu'ils doivent poser. Par exemple :

Suis-je un animal ? (Plutôt que « Suis-je une plante ou un animal ? », car on ne peut répondre à cette réponse par OUI ou par NON. Les élèves peuvent également répondre à une question mal formulée en disant « Question incorrecte ».)

Les élèves interrogés doivent également faire preuve de concentration, afin de ne pas laisser échapper la réponse si une question est mal formulée.

Les exemples donnés ci-dessous se rapportent à une scène au bord de la mer. Vous pouvez mener cette activité avant ou après avoir emmené les élèves sur la plage. Vous pouvez adapter ces exemples à votre classe.

corail	tortue	sable	Herbier marin	thon	bateau
rocher	langouste	pirogue à	chalutier	vagues	déchets
noix de coco	requin	balancier	crabes	palourde	étoile de mer
baleine	picot	mangrove	frégate	piège à poissons	ligne à main
sterne	escargot	eau de mer	moule	carangue	mahi mahi
		dugong			

Vous pouvez soit opter pour des grandes familles, comme « requin », soit spécifier les espèces, comme « requin de récif à pointe blanche » ou « requin blanc ». Vous trouverez de plus amples informations sur les différentes espèces à l'adresse suivante : <http://www.spc.int/coastfish/en/publications/technical-manuals.html>.

La CPS a mis à disposition des manuels et des cartes d'identification, pouvant être téléchargés gratuitement, sur les poissons d'eau profonde, les poissons côtiers et les poissons de récifs.

(Adapté du SEREAD)

14.3 UN POISSON, DEUX POISSONS, POISSON ROUGE, PEU DE POISSONS*

* reproduit avec l'aimable autorisation du Dr Seuss.

Objectif

Cette activité expérimentielle vise à montrer aux élèves l'impact que peuvent avoir les êtres humains sur les écosystèmes marins. Cette activité peut s'organiser ainsi :

- Expliquez clairement les règles (voir ci-dessous) ;
- Faites d'abord une démonstration avec les élèves pour expliquer le fonctionnement du jeu ;
- Aidez les élèves à tirer des conclusions de ce qu'ils ont pu observer pendant le jeu ;
- Donnez la possibilité aux élèves de modifier le jeu, d'y ajouter de nouvelles idées, et de les tester ;
- Cette expérience peut servir à expliquer :
 - la différence entre les facteurs biotiques (vivant) et abiotiques (non vivant) ;
 - l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur une communauté ;
 - les connexions entre organismes vivants dans une même communauté, notamment en ce qui concerne : l'alimentation, les relations, les flux énergétiques, la production des nutriments.

Les élèves :

- écoutent les premières consignes ;
- participent au jeu ;
- analysent et interprètent leurs observations ;
- proposent de nouvelles règles pour mieux assurer la pérennité des ressources halieutiques ;
- testent les nouvelles versions du jeu qu'ils comparent à la version originale ;
- tirent des conclusions de ce qu'ils ont pu observer pendant le jeu ;

But du jeu : Assurer l'exploitation durable des ressources halieutiques.

Matériel nécessaire : • court de tennis/terrain de sport • au moins 4 balises (cônes de signalisation) ou longue corde • au moins 10 couvercles (de pots de glace) ou 10 morceaux de feuille cartonnée • au moins 2 ballons en éponge • image d'un chalutier et d'une tortue, des cerceaux ou une corde disposée en boucles (pour simuler des réserves marines), des brassards, des pinces à linge.

Consignes :

- Expliquez aux élèves que les palangriers capturent parfois plus de poissons que la limite autorisée. C'est pourquoi les pouvoirs publics océaniques emploient des observateurs embarqués sur les navires pour surveiller leurs activités de pêche.
 - Définissez la zone de jeu : comptez la moitié d'un terrain de netball pour 20 élèves. Expliquez-leur que la zone de jeu définie représente les habitats marins.
 - Tous les élèves sont des poissons, à l'exception de deux d'entre eux, et ces poissons peuvent marcher (Seule la marche est autorisée ! Il est interdit de courir). Si un poisson sort de la zone de jeu, il devient alors un chalutier.
 - Choisissez deux volontaires qui vont jouer le rôle de chalutiers : ils attendent en dehors de la zone de jeu (au « port »). Le chalutier pourchasse les poissons et les « marque ». Les poissons marqués deviennent à leur tour des chalutiers. Ils se tiennent la main/par le bras et chassent ensemble les autres poissons.
1. Démarrez le jeu et attendez que tous les poissons aient été capturés. En général, la partie ne dure que 2 ou 3 minutes.
 2. Arrêtez le jeu et rassemblez les élèves (en prenant un ton horrifié de circonstance) : « Qu'est-ce que vous avez fait ? Vous avez exterminé tous les poissons !!! Comment allez-vous subvenir aux besoins de votre famille ou approvisionner votre ville ? Ce n'est pas viable ! Comment pouvons-nous modifier les règles du jeu pour exploiter les ressources halieutiques de façon plus durable ? »

Les élèves font des propositions (voir page suivante) et suggèrent des règles. Pour chaque nouvelle règle, refaites une partie. **N'ajoutez qu'une nouvelle règle par partie, ou cela risque d'être trop compliqué pour les élèves.** À la fin de chaque partie, demandez aux poissons, puis aux chalutiers de lever la main pour pouvoir les

compter. Chronométrez chaque partie pour évaluer en combien de temps tous les poissons sont capturés, et ce, en fonction des différentes stratégies durables mises en place.

Voici quelques propositions que les élèves peuvent émettre :

- a) **Réserves marines ou zones de conservation des ressources marines** : Comment les élèves peuvent-ils représenter les réserves marines à l'aide des objets disponibles (à l'aide des cerceaux, de morceaux de corde, de bâtons, par exemple) ? Quelles nouvelles règles pouvons-nous créer ? (Par exemple, les poissons ne peuvent rester que 20 secondes dans les réserves marines.)
- b) **Maillage des filets ou modèles d'hameçon adaptés, pour éviter que les petits poissons ou les reproducteurs ne soient capturés**. Certains élèves jouent le rôle des petits poissons et portent un brassard ou une pince à linge pour les distinguer des autres. Nouvelle règle : ces poissons ne peuvent pas être marqués.
- c) **Système des quotas** : Quelles règles pouvons-nous créer ? Règle : une fois que le quota a été atteint, plus aucun poisson ne peut être marqué. Par exemple, une fois qu'un chalutier a marqué 3 poissons, il doit rejoindre le port et sortir de la zone de jeu.
- d) **Observateurs des pêches à bord des chalutiers** : Un ou deux élèves jouent le rôle d'observateurs du ministère des Pêches. La règle est la suivante : lorsqu'un chalutier capture trop de poissons, ils doivent faire un rapport au ministère. Dans le jeu, les élèves-observateurs tirent sur les chalutiers avec le ballon en éponge ou un jouet mou. Si un chalutier est touché, la chaîne est brisée et il redevient poisson. Les autres chalutiers reforment une chaîne en se tenant la main. L'observateur va chercher le ballon et doit faire le tour de toute la zone de jeu avant de pouvoir faire un rapport (c'est-à-dire tirer à nouveau sur les chalutiers). Le jeu se poursuit pendant 4-5 minutes environ, ou jusqu'à ce que tous les poissons soient devenus des chalutiers.
- e) **Conséquences sur les tortues** : des tortues sont capturées dans les filets et des oiseaux se prennent dans les hameçons et les palangres. Trouvez des solutions avec les élèves pour réduire les taux de mortalité : pêche nocturne, ne pas jeter les déchets de poisson par-dessus bord, modifier les modèles d'hameçon, ajouter des lests. Encouragez les élèves à imaginer des règles en faveur de pratiques de pêche durables.

Phase de réflexion :

- Le nombre de chalutiers a-t-il augmenté ou diminué pendant la partie ? Et le nombre de poissons ? (« Tous les chalutiers lèvent la main ; tous les poissons lèvent la main. »)
- Pourquoi ? (Le nombre de chalutiers augmente tandis que la population de poissons diminue.)
- Quel est le ressenti de l'observateur du ministère des Pêches ? Pourquoi a-t-il dû faire un tour de terrain avant de pouvoir tirer ? (Il doit à nouveau repérer une proie.)

Quelles autres modifications pouvons-nous apporter au jeu pour contrôler l'exploitation halieutique ? (Exemples : changer le nombre de chalutiers, d'observateurs des pêches, ou de poissons ? Modifier la surface de la zone de jeu, les techniques utilisées par l'observateur, etc. ?) Faites une nouvelle partie.

Mise en place de nouvelles règles :

Faites un test avec une surface de jeu plus grande :

- Le nombre de chalutiers a-t-il augmenté ou diminué ?
- Les chalutiers ont-ils rencontré des difficultés pour attraper du poisson ? Pourquoi était-ce plus difficile ? (Répartition différente des ressources.)
- Qu'est-ce qui a changé pour l'observateur ? Pourquoi ?

Ajoutez des observateurs :

- Le nombre de chalutiers a-t-il augmenté ou diminué ?
- Les observateurs ont-ils eu cette fois-ci des difficultés ?
- Qu'ont dû faire les observateurs pour « contrôler » efficacement les chalutiers ? (Stratégies de coopération entre les observateurs.)
- Quelles autres techniques pouvons-nous utiliser pour contrôler l'exploitation des ressources halieutiques ?

Discussion :

Voici quelques questions pour déclencher la prise de parole :

- Comment les poissons ont-ils évité de se faire capturer ?
- Quelles stratégies efficaces ont élaborées les chalutiers pour capturer des poissons ?
- Quelles stratégies ont élaborées les observateurs du ministère pour surveiller et contrôler les activités de pêche des chalutiers ?
- Y a-t-il dans ton pays d'autres ressources menacées par des pratiques non durables ? (Par exemple, les récifs coralliens, les tortues, les sols, l'eau.)
- Dans quelle mesure aggravons-nous ce problème ? (Par exemple, en achetant du poisson capturé à l'aide de techniques non durables, en polluant l'eau ou les sols.)
- Que pouvons-nous faire pour atténuer ce problème ? (Replanter les arbres indigènes dans les zones déboisées et les mangroves, limiter l'exploitation des ressources pour réduire la destruction des habitats, acheter des produits locaux.)
- Qu'est-ce que l'écologie ? (L'étude des organismes vivants et de leur environnement.)

(Adapté du SEREAD)

14.4 Découverte des espèces marines

Les élèves font une petite excursion et découvrent l'environnement marin d'une zone de pêche qu'ils ont identifiée (mangroves, récif corallien, rivière, bassin de pisciculture). Donnez-leur un tableau : ils doivent trouver et identifier au moins 5 végétaux marins/de rivière et espèces animales. Vous pouvez demander aux élèves de créer une affiche, pour présenter une ou plusieurs espèces dans son/leur habitat naturel, assortie d'explications.

Nom vernaculaire de la plante ou de l'animal	Nom scientifique de la plante ou de l'animal	Écosystème auquel il/elle appartient (récif, mangrove, herbier marin, rivière, estuaire, bassin artificiel)	Est-ce une espèce indigène ou a-t-elle été importée ?

14.5 Activités sur les zones protégées

L'une des mesures d'adaptation les plus importantes pouvant être mises en œuvre par un pays est l'instauration de zones marines protégées pour préserver les reproducteurs et les habitats. Chaque pays dispose de ses propres protocoles et processus pour mettre en place ces zones protégées.

Activités possibles :

- visiter une zone protégée et une zone non protégée, puis les comparer ;
- demander à un pêcheur local si les stocks de poissons sont plus ou moins abondants plusieurs années après l'instauration d'une zone protégée ;
- faire des recherches sur des zones protégées nationales et/ou locales, ou sur des espèces protégées.

Image 15 – La ville

Cette image présente deux scènes où l'on peut voir différents modes de transport, de production d'électricité, de gestion des déchets, et différents produits commercialisés. Les élèves doivent comparer ces deux scènes, et prendre note des panneaux solaires, du nombre de voitures, des personnes se déplaçant à pied ou à vélo, de la quantité de déchets produits, notamment les déchets en plastique. Les élèves peuvent avoir besoin de votre aide pour identifier les différents modes de transport. On peut également voir dans la partie supérieure de l'image la création de marchés locaux, où les sacs artisanaux remplacent les sacs plastiques, aussi bien pour l'emballage que pour le transport des produits.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Activités d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none">• identifier diverses pratiques durables mises en œuvre dans un environnement urbain ;• choisir l'une de ces pratiques et en faire une explication détaillée ;• parmi les pratiques non durables, en choisir une et expliquer en quoi elle n'est pas durable.	Interprétation de l'image et discussion Recherche d'articles Durée de vie des déchets dans la nature

Discussion

Demander aux élèves d'observer l'image 15 et d'identifier les différentes mesures d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets. Cela sera peut-être l'occasion d'identifier les bonnes et mauvaises pratiques mises en œuvre dans les villes de leur propre pays.

La Ville

Les villes/centres urbains sont des zones d'implantation humaine où la densité démographique est plus importante que dans les villages. Ces zones se caractérisent par un certain nombre d'infrastructures (écoles, hôpitaux, ports et routes, par exemple). La majeure partie des organismes publics et des services du secteur privé se trouvent dans les villes. De façon générale, les centres urbains sont en expansion à l'échelon mondial, du fait de la croissance démographique. Dans la région Pacifique, ce phénomène s'explique également par le fait que les populations des îles périphériques éloignées et des zones rurales migrent vers les villes pour travailler ou étudier. Cela entraîne le développement de squats en zone urbaine, parfois dans des zones vulnérables (à proximité de la mer ou d'une rivière, par exemple), ce qui pose de nombreux problèmes.

Port Moresby, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, est la ville la plus importante du Pacifique Sud (recensement de 2000 : 254 158 habitants), suivie par Suva aux Fidji (88 271 habitants en 2009). Port-Vila (Vanuatu), Nuku'alofa (Tonga), Betio (Kiribati) et Apia (Samoa) comptent parmi les zones urbaines/villes de la région océanienne.

Dans la plupart des villes, la culture traditionnelle se conjugue à la culture moderne.

C'est généralement dans les villes que les émissions de gaz à effet de serre dues à la consommation d'énergie sont les plus importantes (combustion de combustibles fossiles pour les voitures, les bus, les avions et les bateaux à moteur).

Dans la plupart des pays insulaires océaniques, l'électricité est produite par combustion du diesel, importé de l'étranger à des coûts élevés. La consommation d'électricité est plus importante dans les villes qu'ailleurs, car les magasins, les bureaux, les restaurants, les entreprises industrielles et les usines, ainsi que les foyers, ont besoin d'alimentation électrique pour s'éclairer, cuisiner, faire le ménage et faire fonctionner la climatisation, les machines, les ordinateurs, les radios et les téléviseurs.

Les conséquences du changement climatique sur les villes sont difficiles à évaluer, car il faut également tenir compte de nombreux facteurs socioéconomiques :

- Comme la plupart des villes océaniques sont situées en bord de mer ou près des rivières, et que les activités humaines ont altéré les caractéristiques naturelles des côtes, elles sont plus vulnérables aux inondations (par exemple, Nadi (Fidji) a été inondée plusieurs fois ces dernières années) et aux grandes vagues océaniques lors des ondes de tempête et des cyclones. La situation va s'aggraver à cause du changement et de la variabilité climatiques, qui provoquent l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence des fortes précipitations.
- Ces phénomènes météorologiques peuvent endommager les infrastructures (ponts, routes, maisons, hôpitaux, écoles, magasins, etc.) et provoquer des coupures de courant à l'échelon national ;
- Par conséquent, les enfants ne peuvent plus aller à l'école, car les moyens de communication et de transports sont généralement limités ;
- Lors d'épisodes d'inondations, le risque d'épidémies (notamment les flambées de fièvre typhoïde et d'autres maladies d'origine hydrique), de décès et de blessés augmente ;
- Les commerçants et producteurs qui fournissent les marchés de la ville subissent des pertes de revenus ;
- Les touristes peuvent rester bloqués en cas d'arrêt des transports.

Voici quelques mesures d'adaptation et d'atténuation en cours d'élaboration dans les pays océaniques :

- encourager la vente d'ampoules basse consommation dans tous les magasins de vente au détail (mesures d'atténuation) ;
- utiliser des chauffe-eau solaires et des systèmes de génération électrique photovoltaïque (mesures d'atténuation) ;
- utiliser l'énergie éolienne pour l'alimentation en électricité (mesures d'atténuation) ;
- concevoir et construire des bâtiments à faible consommation d'énergie (mesures d'atténuation) ;
- éteindre les lumières, la télévision, etc. lorsque l'on quitte une pièce (mesures d'atténuation) ;
- utiliser plus souvent des sacs biodégradables, comme des sacs artisanaux en feuilles de pandanus et adopter une législation contre l'utilisation de sacs en plastique (mesures d'adaptation et d'atténuation) ;
- prévenir les fuites d'eau et économiser l'eau, en fermant les robinets lors du brossage des dents ou en prenant des douches rapides (mesures d'adaptation) ;
- collecter les eaux pluviales des toits dans des cuves tout en veillant à garder les cuves et les gouttières propres (mesures d'adaptation) ;
- installer des pluviomètres (mesures d'adaptation) ;
- construire des digues, des routes et des ponts plus en hauteur (mesures d'adaptation) ;
- suivre les conseils des urbanistes et ne pas construire dans des zones inondables (mesures d'adaptation et de prévention) ;
- mettre en place des plans d'évacuation et suivre les consignes lors du passage d'un cyclone ou d'une inondation (mesures d'adaptation et de préparation) ;
- surveiller les nappes phréatiques (mesures d'adaptation) ;
- élever des tilapias dans des bacs placés dans les arrière-cours (exemple de mesures d'adaptation de Vanuatu) ;
- cultiver des fruits et des plantes dans les arrière-cours (mesures d'adaptation et d'atténuation) ;
- protéger les arbres centenaires et reboiser (mesures d'adaptation et d'atténuation) ;
- limiter dans la mesure du possible l'extraction de sable irraisonnée ou illégale (mesures d'adaptation) ;
- acheter davantage de produits locaux afin de réduire les importations à l'origine d'émissions (mesures d'atténuation) ;
- Faire régulièrement du sport pour garder une bonne forme physique (mesures d'adaptation).

Activités d'enseignement et d'apprentissage — 15

15.1 Recherche d'articles

Les élèves pourraient rechercher des articles se rapportant aux pratiques durables ou aux mesures d'adaptation et d'atténuation dans leur ville et/ou leur communauté.

Ils peuvent s'informer en écoutant la radio, en lisant les journaux, en regardant la télévision et en parlant aux habitants. Ils doivent ensuite rédiger un résumé des informations qu'ils auront recueillies.

Quelques questions clés :

- Qu'est-ce qu'une pratique durable ?
- Est-ce une pratique d'adaptation ou d'atténuation ? Ou les deux ?
- Qui met en œuvre ce genre de pratiques ?
- Qui prend les décisions ?
- À qui ou à quoi profitent ces pratiques ?
- Est-ce que certains s'opposent à ces pratiques ? Pourquoi ?
- Où avez-vous trouvé ces informations ?

15.2 Durée de vie des déchets dans la nature

Objectif : Permettre aux élèves de se représenter visuellement le temps que mettent différents types de matériaux à se dégrader, et leur faire comprendre (a) que les déchets ne disparaissent pas, qu'ils polluent longtemps l'environnement, et (b) que l'on peut diminuer la quantité de déchets rejetés dans la nature.

Matériel nécessaire pour chaque groupe :

- Une ficelle de couleur de 10 m.
- Une règle de 1 m ou un mètre ruban.
- Des pinces à linge.
- Des déchets composés de différents matériaux.
- Des cartes indiquant la durée de vie réelle des déchets dans la nature (voir page suivante).

Consignes :

- Faites des groupes de trois ou quatre élèves, et donnez à chaque groupe un morceau de corde et quelques pinces à linge.
- Aidez les groupes à réaliser un axe chronologique à l'aide de la corde, et posez-leur des questions pour vérifier s'ils comprennent bien ce qu'est une échelle de temps. À l'aide des pinces à linge, ils doivent indiquer sur leur axe chaque période de 100 ans (1 m = 100 ans).
- Donnez-leur différents matériaux et demandez-leur de deviner le temps que chacun d'entre eux va mettre à se dégrader, en fonction de quoi, les élèves positionnent les matériaux sur l'axe chronologique.
- Donnez à chaque groupe les cartes indiquant la durée de vie réelle de chaque objet. Les élèves doivent déplacer les objets sur l'axe si leurs estimations ne correspondent pas aux statistiques.
- Demandez-leur de retirer tous les objets qu'ils peuvent réutiliser et/ou recycler.
- Interrogez les élèves, à l'aide des « questions de réflexion » (voir page suivante), au sujet de la durée de vie des déchets et des conséquences environnementales possibles.

Par groupe, les élèves :

- déroulent la ficelle de 10 m sur le sol de la classe ou le long d'un mur. Ils peuvent également tracer une ligne à la craie dans la cour ;
- à l'aide des pinces à linge, ils indiquent sur l'axe chronologique chaque période de 100 ans (Échelle : 1 m = 100 ans) ;
- inscrivent le mot « PRÉSENT » au début de l'axe ;
- émettent des hypothèses sur le temps que mettent les déchets à se dégrader, et placent chacun d'entre eux sur l'axe ;
- comparent leurs hypothèses avec les informations contenues sur les cartes, et déplacent les déchets sur l'axe, si l'ensemble du groupe est d'accord ;
- font le bilan de ce qu'ils ont appris à l'aide des questions de réflexion.

Durée de vie réelle de chaque objet dans la nature :

Déchet	Temps de dégradation	Déchet	Temps de dégradation
Trognon de pomme	2 mois (dans l'eau)	Peau de banane ou pelure d'orange	2 ans maximum
Canette en aluminium	200 à 500 ans	Sac en plastique	Entre 20 et 1000 ans
Boîte en carton	2 mois (dans l'eau)	Bouteille en plastique	Ne se dégrade pas
Mégot de cigarette	1 à 5 ans	Papier plastifié	5 ans
Couche jetable	450 ans (dans l'eau)	Emballage plastique	20 à 30 ans
Ligne de pêche	600 ans (dans l'eau)	Plastique	100 ans
Bouteille en verre	Ne se dégrade pas	Polystyrène	Ne se dégrade pas
Cuir	50 ans maximum	Boîte de conserve	50 ans
Tissu de nylon	30 à 40 ans	Vêtement	1 à 5 ans

Questions de réflexion :

1. Quelle est l'espérance de vie moyenne d'un être humain ?
2. Que représente cette période par rapport à la durée totale de l'axe chronologique ?
3. Quelles compétences sont sollicitées pour fabriquer cet axe ?
4. Comment avez-vous estimé la durée de vie d'un objet dans la nature ?
5. Après vérification de la durée de vie réelle de chaque objet, avez-vous été surpris par certains résultats ?
6. Après avoir retiré les déchets réutilisables et/ou recyclables, quels matériaux sont restés sur votre axe chronologique ?
7. Que pouvez-vous faire avec ces objets ?
8. Qu'avez-vous appris au cours de cette activité ?
9. Comment pouvez-vous mettre à profit ces connaissances ?

Réflexion / Évaluation de l'activité :

1. Quel était l'objectif de cette activité ?
2. Quelles compétences ont été utiles et consolidées au cours de cette activité ?
3. Comment pourriez-vous adapter cette activité à un public :
 - a) de jeunes enfants ?
 - b) d'enseignants et d'éducateurs ?
 - c) d'adultes (groupes communautaires) ?

(TKI)

Image 16 – Pasifika après la mise en œuvre de mesures d'adaptation

Sur cette image, on peut voir Pasifika représentée d'un point de vue légèrement différent : dans ce village, des pratiques durables, présentées en détail de l'image 12 à 15, ont été mises en œuvre.

Objectifs pédagogiques possibles : les élèves seront capables de...	Activités d'enseignement et d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none">• identifier diverses pratiques durables ;• choisir l'une de ces pratiques et en faire une explication détaillée.	Interprétation de l'image et discussion Stratégie RIQ

Discussion

Vous pouvez soit exploiter cette image comme tâche finale, soit l'utiliser en début de module avec l'image 1 pour pousser les élèves à réfléchir sur la nécessité de modifier certaines pratiques. Vous pouvez poser aux élèves les questions suivantes :

- Préférerais-tu vivre dans le village de l'image 1 ou de l'image 16 ? Pourquoi ?
- À quelle image ton village, ta ville ou ton île ressemble-t-il/elle le plus ?
- Quelles pratiques durables peux-tu identifier, qui sont aussi représentées sur les images 11 à 15 ?
- Quelles pratiques pourrais-tu mettre en œuvre dans ton école ou chez toi ?
- Sais-tu si ce type de pratiques sont mises en place dans ta communauté ?
- Qui décide de mettre en place de nouvelles mesures dans ta communauté ?
- Quelles informations pourrais-tu apporter aux décideurs sur les conséquences attendues du changement climatique dans ton pays ?
- Quelles actions as-tu l'intention de mener pour aider ta communauté à mettre en œuvre des pratiques durables ?

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage — 16

16.1 La stratégie RIQ (Rebrassage, Idées personnelles, Questions)

Contexte

Lors d'une leçon, type « cours magistral », les élèves ne sont capables d'assimiler efficacement de nouvelles notions que pendant 8 à 12 minutes. Il faut donc régulièrement leur donner suffisamment de temps pour traiter et comprendre les nouvelles informations. La stratégie « 3, 2, 1 RIQ » peut aider les élèves dans cette démarche, après avoir lu un poème, un roman, une nouvelle, après avoir visionné une vidéo ou pour réviser une leçon, des travaux pratiques ou un module de cours. Chaque élève doit effectuer cette tâche individuellement. Étant donné que ce module va s'étendre sur une longue période, « 3, 2, 1, RIQ » est un outil qui peut être utile pour faire un bilan général en fin de module.

Déroulement

Étape 1 : Demandez à chaque élève de noter sur une feuille :

- 3 Rebrassages :** trois notions importantes dont ils se souviennent
- 2 Idées personnelles :** cela peut avoir un lien avec la pertinence du sujet, son intérêt, les personnes concernées, les enjeux, si ce sujet est en rapport avec les élèves/la société/l'école, le repérage de corrélations, de connexions et de récurrences.

1 Question, par exemple :

- Pour quelles raisons... ?
- Quel impact cela a-t-il sur... ?
- À l'avenir, que... ?
- Quelle est la pertinence de... ?
- Quel lien peut-on établir avec... ?

Étape 2 : Bilan général en classe entière (facultatif)

Demandez aux élèves quelles sont les notions importantes qu'ils ont retenues, leurs idées personnelles, ainsi que les questions que la classe aimerait poser. Cela vous permettra d'évaluer de façon efficace ce qui a été assimilé au cours de la leçon, si les principaux concepts ont été compris ou si certaines notions doivent être consolidées.

(Adapté du SEREAD)

L'enroulement de définitions

Cette activité est particulièrement utile pour élaborer en groupe une définition des termes difficiles à appréhender.

1. Sélectionnez quelques mots que les élèves ne connaissent pas ou qu'ils ont du mal à définir. Vous pouvez utiliser les exemples ci-dessous, s'ils sont adaptés à votre classe.
 - a) Cycle hydrologique : évaporation, condensation, précipitations, accumulation, transpiration.
 - b) Zones climatiques : zone tropicale, zone subtropicale, zone tempérée, zone froide.
 - c) Science du changement climatique : conditions météorologiques, climat, variabilité climatique, changement climatique.
 - d) Effet de serre : gaz à effet de serre, émissions, atmosphère, rayonnement solaire, rayonnement infrarouge.
 - e) Conséquences et réponses au changement climatique : vulnérabilité, résilience, incidence, adaptation, atténuation.
2. Écrivez un de ces mots par feuille, de façon à ce que chaque élève ait une feuille.
3. Répartissez les élèves en groupes de cinq ou six, en fonction du nombre de mots et de la taille de la classe.
4. Donnez à chaque élève une feuille avec un mot différent.
5. Donnez à chaque élève de chaque groupe une feuille, en vous assurant que les élèves d'un même groupe ont tous des mots différents.
6. Chaque élève écrit une définition du mot en bas de la page, plie le bas de leur feuille de façon à cacher leur définition et la fait passer à son voisin. Les élèves continuent ainsi jusqu'à ce qu'ils aient écrit une définition pour chaque mot.
7. Une fois que tous les mots ont été définis, les élèves déplient les feuilles et chaque groupe doit choisir la meilleure définition pour chaque mot.
8. Chaque groupe peut enfin partager ses définitions avec le reste de la classe, et vous pouvez aider les élèves à choisir la meilleure définition.

(Adapté du SEREAD)

Glossaire

Accrétion :	Couches de matières (sédiments côtiers par exemple) qui se déposent au fur et à mesure avec le temps.
Acidification des océans :	Baisse du pH de la mer pendant une période prolongée (pendant des décennies ou encore plus longtemps), principalement due à l'absorption par les océans du dioxyde de carbone de l'atmosphère, mais aussi à l'ajout ou l'extraction d'autres produits chimiques de l'océan. L'acidification des océans d'origine anthropique renvoie à la baisse du pH de l'eau résultant des activités humaines. (GIEC, 2011, p. 37) <u>Définition simplifiée</u> : Hausse continue de l'acidité de l'eau de mer, due à l'augmentation des niveaux de dioxyde de carbone dissous, qui est une conséquence directe de l'augmentation des niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Le phénomène d'acidification est susceptible d'endommager les écosystèmes océaniques. (PROE, 2012) Le pH de la mer diminue, du fait de l'absorption par les océans du dioxyde de carbone de l'atmosphère. Un pH faible rend les océans plus acides. (Adapté d'ABM & CSIRO, 2011, Vol.1 : 248)
Adaptation :	Ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des conditions climatiques actuelles ou prévues et à leurs effets afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des occasions avantageuses. (CCNUCC, 2013) <u>Définition simplifiée</u> : Instaurer des changements afin de réduire la vulnérabilité d'une communauté, d'une société ou d'un système aux conséquences néfastes du changement climatique, ou pour tirer profit des conséquences positives éventuelles. Les mesures d'adaptation consistent à renforcer les capacités et les connaissances, et à réaliser des changements pratiques (renforcement des infrastructures côtières, adaptation des systèmes agricoles, et amélioration de la gestion des ressources en eau). (Adapté du PROE, 2012)
Aérosols :	Ensemble de particules solides ou liquides en suspension, dont la taille est généralement comprise entre 0,01 et 10 micromètres (un millionième de mètre), qui restent dans l'atmosphère pendant au moins plusieurs heures. Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. Ils peuvent influencer sur le climat de deux façons : directement, en diffusant et absorbant les rayons, et indirectement, en constituant des noyaux de condensation pour la formation des nuages ou en modifiant les propriétés optiques et la durée de vie des nuages. (GIEC, 2007)
Aléa :	Phénomène, substance, activité humaine ou condition dangereux susceptibles de provoquer des pertes en vies humaines, des dommages corporels, des effets sanitaires, des dommages matériels, des pertes de moyens de subsistance et de services, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement. (SIPC, 2009)
Alizés :	Régime de vent qui souffle des zones de haute pression vers l'équateur, et qui occupe la plus grande partie des régions tropicales. (ABM & CSIRO 2011 Vol. 1 : 250)
Anthropique :	Ce qui est causé ou produit par les êtres humains. (GIEC, 2007)
Aragonite :	Forme de carbonate de calcium composant les coquilles et squelettes d'organismes clés dans les écosystèmes récifaux, notamment les coraux hermatypiques. (ABM & CSIRO, 2011, Vol. 1 : 244)
Atmosphère :	Couche gazeuse qui enveloppe la Terre. L'atmosphère sèche est composée presque entièrement d'azote (78,1 % du rapport de mélange en volume) et d'oxygène (20,9 % du rapport de mélange en volume), et contient un certain nombre de gaz à l'état de traces, comme l'argon (0,93 % du rapport de mélange en volume), l'hélium et des gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone (0,035 % du rapport de mélange en volume) et l'ozone. En outre, l'atmosphère contient de la vapeur d'eau (gaz à effet de serre) en proportions très variables, mais dont le rapport de mélange en volume est généralement de 1 %. L'atmosphère contient aussi des nuages et des aérosols. (GIEC, 2007)

Atténuation (des émissions) :	Intervention humaine visant à réduire les sources ou augmenter la capacité des puits de gaz à effet de serre. (GIEC, 2013) Efforts visant à réduire les taux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, soit en limitant les sources d'émissions, soit en renforçant la capacité des puits de carbone. Pour ce faire, il est possible d'utiliser plus efficacement les combustibles fossiles, d'avoir recours à des sources d'énergie renouvelable, comme l'énergie solaire et hydraulique, d'accroître les surfaces boisées et le nombre de puits de carbone pour réduire le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère. (PROE, 2012)
Atténuation (des risques de catastrophes)	Diminution ou limitation de l'impact négatif des aléas et des catastrophes. (SIPC, 2009).
Biodiversité ou diversité biologique :	Variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces, ainsi que celle des écosystèmes. (Convention sur la diversité biologique, 2013)
Blanchissement des coraux :	Le corail perd sa couleur lorsque son organisme symbiotique, qui lui fournit l'énergie nécessaire, disparaît. (GIEC, 2007)
Catastrophe :	Perturbation grave du fonctionnement d'une communauté ou d'une société, causant des dommages généralisés à la vie humaine, aux biens, à l'économie ou à l'environnement, que la communauté ou la société affectée ne peut surmonter avec ses seules ressources. (SIPC, 2009)
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.
Changement climatique :	Variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité, persistant pendant de longues périodes, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des mécanismes de forçages externes (modification des cycles solaires, éruptions volcaniques), ou à des changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de l'affectation des terres. L'article 1 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques définit le changement climatique comme : « des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables. » La CCNUCC fait ainsi une distinction entre le changement climatique attribuable à l'activité humaine altérant la composition de l'atmosphère, et la variabilité climatique attribuable à des causes naturelles. (GIEC, 2013) <u>Définition simplifiée</u> : Changements du climat de l'ensemble de la planète générés par les activités humaines (changement climatique anthropique), ou processus naturels qui se produisent déjà ou qui doivent se produire. Parmi ces changements, on compte : l'augmentation de la température de l'air et de la surface de la mer, la modification des régimes des précipitations, l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, et la modification de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes comme les épisodes de sécheresse, les inondations et les cyclones tropicaux. Par rapport aux changements climatiques naturels, l'évolution du changement climatique anthropique devrait être beaucoup plus rapide et constituer un défi de taille pour les systèmes naturels et humains. (Adapté du PROE, 2012)
Climat :	Conditions météorologiques moyennes sur une longue période (généralement au moins 30 ans), qui se fondent principalement sur la mesure des températures, des précipitations et du vent. Le climat est déterminé par la latitude, l'altitude et l'influence océanique. (PROE, 2012) Le climat est affecté par la latitude, l'altitude et la proximité avec l'océan.
Combustibles fossiles :	Combustibles à base de carbone provenant de gisements d'hydrocarbures fossiles, notamment le charbon, la tourbe, le pétrole et le gaz naturel. (GIEC, 2007)
Cycle de carbone :	Terme utilisé pour décrire le flux de carbone (sous diverses formes, par exemple sous forme de dioxyde de carbone) à travers l'atmosphère, les océans, la biosphère terrestre et de la lithosphère. (GIEC, 2007)

Cyclones :	Un cyclone tropical (appelé également « typhon » ou « ouragan ») est une tempête violente tourbillonnante qui se forme au-dessus des eaux tropicales dont la température est supérieure à 26,5 °C, et qui se trouvent entre 5° et 15° de latitude. (SOPAC, 2006)
Déboisement :	Conversion des surfaces forestières pour une autre utilisation des sols, ou réduction à long terme du couvert arboricole au-dessous du seuil minimum de 10 %. (FAO, 2010)
Dégradation des forêts :	Réduction de la capacité d'une forêt à fournir des biens et des services. (FAO, 2010)
Dépôt :	Processus selon lequel les sédiments, la terre, la roche et d'autres matières se déposent sur un relief ou une terre émergée, comme sur une plage meuble ou un littoral.
Développement durable :	Développement qui répond aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins. (CCNUCC)
Dilatation thermique :	Augmentation de volume (et diminution de la densité) résultant du réchauffement de l'eau. (ABM & CSIRO, 2011, Vol. 1 : 250)
Écosystème :	<p>Système d'organismes vivant en interaction les uns avec les autres et avec leur environnement physique. Les limites de ce qu'on peut appeler un écosystème sont quelque peu arbitraires et dépendent du centre d'intérêt ou du thème de l'étude effectuée. Un écosystème peut donc se limiter à un espace très réduit ou s'étendre à l'ensemble du globe. (GIEC, 2001)</p> <p>Communauté de plantes et d'animaux, et relations et interactions entre eux et avec leur environnement physique. (PROE, 2012)</p>
Effet de serre :	<p>Effet de rayonnement infrarouge de l'ensemble des constituants absorbant l'infrarouge dans l'atmosphère. Les gaz à effet de serre, les nuages, et (dans une faible mesure) les aérosols absorbent le rayonnement terrestre émis par la surface de la Terre et ailleurs dans l'atmosphère. Ces substances émettent un rayonnement infrarouge dans toutes les directions. Cependant, la quantité nette émise vers l'espace est généralement inférieure à celle qui aurait été émise en l'absence de ces amortisseurs, en raison de la baisse de la température avec l'altitude dans la troposphère, et la baisse des émissions qui en résulte. L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre amplifie ce phénomène, que l'on appelle parfois l'effet de serre. La variation de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre due aux émissions anthropiques contribue à un forçage radiatif instantané de la température de surface et à une troposphère chaude, en réponse à ce forçage, permettant un rétablissement progressif de l'équilibre radiatif dans les couches supérieures de l'atmosphère. (GIEC, 2013)</p> <p><u>Définition simplifiée</u> : Réchauffement de la surface de la Terre causé par certains gaz dans l'atmosphère, qui renvoient la chaleur vers la Terre. (PROE, 2012)</p>
Émission :	Libération d'un gaz dans l'atmosphère (PROE, 2012).
Énergie renouvelable :	Énergie provenant de sources qui ne sont pas épuisées ou qui peuvent être facilement reconstituées, par exemple, l'hydroélectricité, l'énergie solaire et les biocarburants.
ENSO :	<p>El Niño, au sens original du terme, est un courant marin chaud qui se manifeste périodiquement le long de la côte de l'Équateur et du Pérou, perturbant la pêche locale. Il a depuis lors été associé à une vaste zone de réchauffement située dans la partie tropicale de l'océan Pacifique, à l'est de la ligne de changement de jour. Cet événement océanique est lié à une fluctuation du régime de pression en surface dans les zones tropicales et subtropicales, dénommée oscillation australe. Le phénomène résultant de la combinaison de ces deux événements, qui se produit à des échelles de temps de deux à sept ans environ, est généralement connu sous le nom d'El Niño-oscillation australe (ENSO). Il est souvent mesuré par la différence de pression en surface entre Darwin et Tahiti et par les valeurs de la température de la mer en surface au centre et à l'est du Pacifique équatorial. Lors d'un épisode ENSO, les alizés dominants faiblissent, réduisant les remontées d'eau froide et modifiant les courants océaniques de telle sorte que la température de la mer en surface augmente, ce qui a pour effet d'affaiblir encore plus les alizés. Ce phénomène exerce une grande influence sur le vent, la température de la mer en surface et les précipitations dans la partie tropicale du Pacifique. Il a également des répercussions climatiques dans toute la région du Pacifique et dans d'autres régions du monde, par ses effets sur les téléconnexions mondiales. La phase froide du phénomène ENSO est appelée La Niña. (GIEC, 2013)</p>

Érosion :	Processus selon lequel le vent ou l'écoulement de l'eau dégradent les reliefs en détachant de la terre et des roches pour les transporter et les déposer à d'autres endroits.
Évaporation :	Passage de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux.
Évapotranspiration :	Processus combiné d'évaporation à la surface du sol et de transpiration des plantes. (SIPC, 2013)
Faune :	Vie animale d'une région spécifique.
Flore :	Végétation d'une région spécifique.
Forêt :	Étendue de plus de 0,5 ha caractérisée par un peuplement d'arbres d'une hauteur supérieure à 5 mètres et des frondaisons couvrant plus de 10 % de sa surface, ou par un peuplement d'arbres pouvant atteindre ces seuils in situ. Sont exclues les terres dédiées principalement à un usage agricole ou urbain. (FAO 2010)
Gaz à effet de serre :	Composants gazeux de l'atmosphère, naturels et anthropiques, qui absorbent et renvoient un rayonnement infrarouge à des longueurs d'onde spécifiques dans le spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, l'atmosphère, et les nuages. Cette propriété cause l'effet de serre. La vapeur d'eau (H ₂ O), le dioxyde de carbone (CO ₂), l'oxyde nitreux (N ₂ O), le méthane (CH ₄) et l'ozone (O ₃) sont les principaux gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre. L'atmosphère contient, en outre, nombre de gaz à effet de serre produits par l'activité humaine, tels les halocarbones et toute autre substance contenant du chlore et du brome, qui sont réglementés par le Protocole de Montréal. Outre le CO ₂ , le N ₂ O et le CH ₄ , le Protocole de Kyoto réglemente l'hexafluorure de soufre (SF ₆), les hydrofluorocarbures (HFC), les hydrofluorocarbures (HFC) et les perfluorocarbures (PFC). (GIEC, 2013)
Gestion des catastrophes :	Décisions politiques et administratives et activités opérationnelles à tous les niveaux, pour assurer une bonne préparation en termes d'intervention et de reconstruction à la suite de catastrophes potentielles. (Pacific Disaster Net, 2012)
Gestion des risques et de catastrophes :	Processus systématique d'utilisation de directives administratives, d'organisations, et de compétences et capacités opérationnelles pour mettre en œuvre des stratégies, des politiques et des capacités d'adaptation améliorées afin de réduire les effets néfastes des risques et la possibilité d'une catastrophe. (Terminologie de la SIPC sur la réduction des risques de catastrophe, 2009)
GIEC :	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
Intrusion d'eau salée :	Déplacement de l'eau douce par l'eau salée au niveau des zones côtières et des estuaires. (PROE, 2012) L'eau salée pénètre dans la lentille d'eau douce sous l'effet de l'élévation du niveau de la mer, des ondes de tempête, des périodes de faibles précipitations et des températures élevées, et lorsque de grandes quantités d'eau douce sont utilisées par l'homme. L'eau de mer d'infiltrer par le bas de la lentille et se mélange à l'eau douce : l'eau devient saumâtre, et impropre à la consommation humaine et à la survie des plantes.
Molécule :	Groupe de deux ou plusieurs atomes maintenus ensemble par des liaisons chimiques. Par exemple, pour former du dioxyde de carbone, un atome de carbone doit être lié chimiquement à deux atomes d'oxygène (CO ₂).
Mousson dans le Pacifique occidental :	Phénomène qui vient du nord et se déplace vers l'Asie continentale pendant l'été de l'hémisphère Nord. Il vient du Sud et se déplace vers l'Australie pendant l'été de l'hémisphère Sud. L'arrivée de la mousson saisonnière marque généralement le passage de conditions très sèches à des conditions très humides. Les pays situés le plus à l'ouest de la région océanique sont particulièrement touchés par ce phénomène.
pH	Mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution, numériquement égale à 7 pour les solutions neutres. Plus la solution est alcaline et plus ce chiffre augmente, plus la solution est acide et plus ce chiffre diminue. L'échelle de pH s'étend de 0 à 14. (ABM & CSIRO, 2011, Vol. 1 : 249)

Photosynthèse :	Processus selon lequel les plantes absorbent le dioxyde de carbone de l'air (ou le bicarbonate de l'eau) pour produire des hydrates de carbone, et rejettent de l'oxygène. La photosynthèse s'effectue selon des processus qui varient en fonction de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. (GIEC, 2013)
Préparation :	Connaissances et capacités développées par les gouvernements, les organisations d'intervention et de reconstruction professionnelles, les collectivités et les personnes pour anticiper, répondre à et se remettre de façon efficace des effets d'aléas ou de conditions dangereuses probables, imminents ou actuels. (SIPC, 2009)
Prévention :	Activités entreprises pour éviter de manière définitive les effets hostiles des aléas ainsi que les catastrophes associées à ces aléas. (SIPC, 2009)
Protocole de Kyoto :	Le Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) a été adopté en 1997 à Kyoto, au Japon, à la troisième session de la Conférence des Parties (COP) de la CCNUCC. Il comporte des engagements contraignants, en plus de ceux qui figurent dans la CCNUCC. Les pays visés à l'annexe B du Protocole (la plupart des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et des pays à économie en transition) se sont engagés à ramener leurs émissions anthropiques de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, oxyde nitreux, hydrofluorocarbones, hydrocarbures perfluorés et hexafluorure de soufre) à 5 % au moins au-dessous de leurs niveaux de 1990 pendant la période d'engagement (2008-2012). Le Protocole de Kyoto est entré en vigueur le 16 février 2005.
Puits :	Tout processus, activité ou mécanisme qui élimine un gaz à effet de serre, un aérosol ou un précurseur de gaz à effet de serre de l'atmosphère. Les forêts et d'autres végétaux sont considérés comme des puits car ils absorbent du dioxyde de carbone grâce à la photosynthèse. (CCNUCC, 2013)
Puits de carbone :	Réservoir, naturel ou artificiel, qui absorbe et stocke le carbone. Les arbres, les végétaux, les océans, les roches et les sols sont des puits naturels, tandis que les décharges sont des puits artificiels. (PROE, 2012)
Reboisement :	Plantation de forêts sur des terres anciennement forestières, mais converties à d'autres usages. (FAO, 2010)
Réchauffement climatique :	Augmentation de la température moyenne mondiale observée depuis l'industrialisation, due à l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Depuis le début du XX ^e siècle, la température moyenne à la surface de la Terre a augmenté de 0,8 °C, et devrait continuer d'augmenter sauf si des mesures d'atténuation sont mises en œuvre au cours des prochaines années. (PROE, 2012)
Résilience :	Capacité d'une communauté, d'une société ou d'un système naturel à maintenir sa structure et son fonctionnement pendant une période de stress ou de changement. (PROE, 2012)
Ruissellement :	Partie des précipitations qui ne s'évapore pas ou ne se transpire pas, mais qui s'écoule à la surface du sol et se déverse dans les masses d'eau. (GIEC, 2013)

Sécheresse :	<p>Période assez longue de temps anormalement sec pouvant provoquer un grave déséquilibre hydrologique. La sécheresse est un terme relatif : toute discussion concernant un déficit des précipitations doit prendre en compte l'activité spécifique liée aux précipitations faisant l'objet de cette discussion. Par exemple, le manque de précipitations pendant la saison de végétation nuit à la production agricole ou au fonctionnement de l'écosystème en général (en raison du manque d'humidité du sol, également appelé sécheresse agricole). Pendant la saison des eaux de ruissellement et de percolation, ce manque affecte principalement l'approvisionnement en eau (sécheresse hydrologique). En plus de la réduction des précipitations, les changements dans la capacité de stockage des sols en humidité et des aquifères sont également touchés par l'augmentation de l'évapotranspiration réelle. On parle de sécheresse météorologique en cas de déficit des précipitations anormal. Une méga-sécheresse est une période de sécheresse très longue et générale, d'une durée beaucoup plus longue que la normale (dix ans ou plus). (GIEC, 2013)</p> <p><u>Définition simplifiée</u> : Longue période sans pluie, à un moment où il devrait pleuvoir. Cela entraîne la diminution des eaux souterraines, et une pénurie d'eau, tant pour la consommation, que pour le nettoyage ou l'arrosage des plantes. C'est un phénomène à évolution lente : la sécheresse n'apparaît pas brusquement sous l'effet d'un événement unique, comme une tempête ou un cyclone. La sécheresse s'installe lentement au fil du temps. (PROE, 2012 et FICR, 2013)</p>
Séquestration de carbone :	Processus d'élimination du carbone de l'atmosphère pour le stocker dans un réservoir. (CCNUCC, 2013)
Serre :	Structure où des plantes sont cultivées. On utilise généralement des serres dans les régions plus froides pour piéger la chaleur et l'humidité pour les plantes, en particulier les légumes et les fleurs, et leur permettre de mieux se développer qu'à l'extérieur.
Température de la mer en surface :	Température de l'océan en surface. Elle représente la température de quelques mètres de la couche supérieure de l'océan, par opposition à la température superficielle, qui est la température de quelques centimètres de la couche supérieure. (ABM & CSIRO, 2011, Vol. 1 : 249)
Temps :	Effets des conditions atmosphériques, à un moment et à un endroit précis, en termes de variables (températures, vent, pluie). Comparée au climat, qui donne une description à long terme, le temps décrit la situation actuelle ou les prévisions des prochains jours. En plus d'établir des prévisions journalières, le temps décrit les régimes météorologiques saisonniers et annuels : on parle alors parfois de « climat dominant ».
Transpiration :	Processus selon lequel l'eau contenue sous forme liquide dans les plantes est convertie en vapeur et libérée dans l'atmosphère.
Variabilité climatique :	Variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts types, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà de la variabilité propre à des phénomènes climatiques particuliers. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations des forçages externes anthropiques ou naturels (variabilité externe). (GIEC, 2013)
Vulnérabilité :	Mesure de la sensibilité d'un système– ou de son incapacité à faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de l'évolution et de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation. (CCNUCC, 2013 ; remarque : cette définition s'applique uniquement dans le contexte du changement climatique)
Zone de convergence :	Zone où les vents viennent de différentes directions les uns en direction des autres, pour se rencontrer en un seul et même point ou le long d'une même ligne (comme la ZCIT ou la ZCPS). Les zones de convergences pourraient être assimilées à des « lieux de rencontre des nuages ». (ABMCSIRO-RCCCC, 2013) Ce phénomène s'observe également en océanographie, où les courants circulent les uns vers les autres et se rencontrent. La convergence horizontale impose généralement un mouvement vertical, comme un mouvement de convection. (ABM & CSIRO, 2011, Vol. 1 : 245)

ZCIT : La zone de convergence intertropicale (ZCIT) est une bande de fortes pluies qui traverse l'ensemble du Pacifique au nord de l'équateur. Il s'agit d'une bande de convergence est-ouest de vents à basse altitude près de l'équateur, où les alizés du sud-est de l'hémisphère Sud rencontrent des alizés de nord-est de l'hémisphère Nord. Ce phénomène s'accroît pendant l'été de l'hémisphère Nord et a une incidence sur la plupart des pays sur, ou au nord de l'équateur. (Adapté de ABM et CSIRO, 2011, Vol. 1 : 247)

ZCPS : La zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS) est une bande de fortes pluies qui s'étend approximativement des Îles Salomon à l'est des Îles Cook. Il s'agit d'une zone de convergence persistante et très allongée dans les basses couches. Ce phénomène s'accroît pendant l'été de l'hémisphère Sud et a une incidence sur la plupart des pays de la région océanienne.

Warm pool : Zone persistante et très allongée de faible degré de convergence qui s'étend approximativement de 140° est, près de l'équateur, à environ 120° ouest à 30° sud. La zone n'est pas tout à fait linéaire, mais est orientée d'ouest en est près de l'équateur, et a une orientation plus en diagonale (du nord-ouest au sud-est) dans les latitudes plus élevées. (ABM et CSIRO, 2011, Vol. 1 : 250)

(Zone d'eau chaude du Pacifique occidental) Zone importante où l'eau est la plus chaude du monde, avec des températures supérieures à 28-29 °C, qui s'étend du Pacifique central à la pointe est de l'Océan indien. (ABM et CSIRO, 2011, Vol. 1 : 250)

Références bibliographiques

ABM-CSIRO (Australian Bureau of Meteorology and Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation). 2011. Climate change in the Pacific: Scientific assessment and new research. Volume 1 : Regional Overview. Volume 2 : Country Reports. <http://www.pacificclimatechangescience.org/publications/reports/>. Accessed 04 October 2013.

ABM–CSIRO–RCCC (Australian Bureau of Meteorology, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation and the Red Cross Climate Centre). 2013. Cloud Nasara project (ENSO Animations), funded by the Pacific-Australia Climate Change Science Adaptation Planning program. <http://www.pacificclimatechangescience.org/animations/climatecrab/>. Accessed 04 October 2013.

Bell, J.D., Johnson, J.E. and Hobday, A.J. (Eds). 2011. Vulnerability of tropical Pacific fisheries and aquaculture to climate change. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community.

Blasing, T. J. 2008. Recent greenhouse gas concentrations. Carbon Dioxide Information Analysis Center. <http://nca2009.globalchange.gov/2000-years-greenhouse-gas-concentrations>. Accessed 04 October 2013.

CBD. 2013. Convention on Biological Diversity. United Nations 1992. Article 2 : Use of Terms. <http://www.cbd.int/convention/articles/default.shtml?a=cbd-02>.

Delors, J. 1998. Learning, The treasure within: Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century. Paris : UNESCO. <http://www.unesco.org/delors/fourpil.htm>.

EPA (US Environment Protection Agency). 2010. Advancing the science of climate change. National Research Council. Washington, DC, USA : The National Academies Press.

FAO (United Nations Food and Agriculture Organization). 2010. Pacific food security toolkit, building resilience to climate change, root crop and fishery production. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (United Nations Food and Agriculture Organization). 2010. Global Forest resources assessment 2010. Terms and definitions. Working paper 144/E; Forest Resources Assessment Programme ; Forestry Department FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/014/am665e/am665e00.pdf>.

Fiji Bureau of Statistics 2007: Census. <http://www.statsfiji.gov.fj/>. Accessed 04 Oct 2013.

Findlay, Emily & Hinge, Diana. 2010. Fisheries for our future: An educator's guide to marine conservation. Port Vila, Vanuatu : Live and Learn Environmental Education.

Forster, P., Ramaswamy V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R. A., Fahey, D. W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D. C., Myhre, G. et al. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. p. 129–234. In : S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds). Climate change 2007: The physical basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York : Cambridge University Press, 2007. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm. Accessed 20 June 2013.

GoF (Government of Fiji). 2012. National climate change policy. <http://www.foreignaffairs.gov.fj/images/Fiji%20National%20Climate%20Change%20policy.pdf>. Accessed 20 June 2013.

Gombus M., Atkinson S., Tora S. and Wongbusarakum S. 2011. Adapting to a changing climate. (Micronesia Conservation Trust, The Nature Conservancy, Micronesia Challenge & PIMPAC. ...) <http://www.cakex.org/sites/default/files/SMALL%20Booklet%20FINAL.pdf>. Accessed 20 June 2013.

GoT (Government of Tonga). 2010. Joint National Action Plan. <http://www.sprep.org/att/IRC/eCOPIES/Countries/Tonga/66.pdf>. Accessed 20 June 2013.

Government of Australia. Water Commission 2007 : Evapotranspiration. http://www.water.gov.au/WaterAvailability/Whatisourtotalwaterresource/Evapotranspiration/index.aspx?Menu=Level1_3_1_4

GRID Arendal 2013. The greenhouse effect. Vital climate change graphics . <http://www.grida.no/publications/vg/climate/page/3058.aspx>. Accessed 20 June 2013.

- IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies). 2013. Public awareness and public education for disaster risk reduction : Key messages. Geneva, Switzerland: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. <http://www.ifrc.org/PageFiles/103320/Key-messages-for-Public-awareness-guide-EN.pdf>. Accessed 20 June 2013.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Fourth Assessment Report: Climate Change.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2011. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Workshop on Impacts of Ocean Acidification on Marine Biology and Ecosystems [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, K.J. Mach, G.-K. Plattner, M.D. Mastrandrea, M. Tignor and K.L. Ebi (eds.)]. IPCC Working Group II Technical Support Unit, Carnegie Institution, Stanford, California, United States of America.
- IPCC 2013: Working group 1 contribution to the IPCC Fifth assessment report
Climate change 2013: The physical science basis. Final Draft Underlying Scientific-Technical Assessment; Annex III : Glossary – Final Draft Underlying Scientific-Technical Assessment http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5_WGI-12Doc2b_FinalDraft_AnnexIII.pdf.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Synthesis Report Glossary. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/annexessannex-ii.html. Accessed 20 June 2013.
- King, M. 2004. Mangroves to coral reefs. Apia, Samoa : Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration) Earth Observatory. 2013 : Global mean surface temperatures. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page2.php>. Accessed 20 June 2013.
- National Statistical Office of Papua New Guinea. 2000. Population and Housing Census. http://www.spc.int/prism/country/pg/stats/2000_Census/census.htm. Accessed 4 Oct 2013.
- Rekacewicz, Philippe. 2005. UNEP/GRID Arendal: Vital Climate Graphics. <http://www.grida.no/publications/vg/climate/page/3058.aspx>. Accessed 20 June 2013.
- Sansom, Dom. 2012. Pou and Miri learn about climate change and growing food crops. Suva, Fiji : Secretariat of the Pacific Community.
- Seread Publications. n.d. What is weather, what is climate, oceans rising, teaching and learning strategies. <http://www.argo.ucsd.edu/SERead.html>. Accessed 20 February 2013.
- Siméoni P., 2010. Atlas du Vanouatou (Vanuatu). Port Vila, Vanuatu : Editions Géo-consulte.
- SOPAC (Applied Geoscience and Technology Division of the Secretariat of the Pacific Community). 2006. Tropical cyclones, natural hazards in the Pacific – Factsheet 1, Reducing Vulnerability of Pacific ACP States. Suva, Fiji : SOPAC.
- SPC/GIZ (Secretariat of the Pacific Community and the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2012. Draft key messages and learning outcomes on climate change and disaster risk management. Suva, Fiji: SPC/GIZ.
- SPREP (Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme). 2012. Pacific Climate Change Portal. Glossary. <http://www.pacificclimatechange.net/>. Accessed 20 June 2013.
- Tans, Pieter and Keeling, Ralph. 2013. NOAA/ESRL. Recent Monthly Average Mauna Loa CO2. www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/ & scrippsco2.ucsd.edu/. Accessed on 4 October 2013.
- TKI (Te Kete Ipurangi–Education for Sustainability). n.d. Action Planner : <http://efs.tki.org.nz/Curriculum-resources-and-tools/Action-Planner>. Accessed 20 May 2013.
- Waste time line : <http://efs.tki.org.nz/Curriculum-resources-and-tools/Waste-timeline>. Accessed : 20 June 2013.
- VMGD (Vanuatu Meteorology and Geo-hazards Department) 2013. National Advisory Port Portal. <http://www.nab.vu/>. Accessed 20 March 2013.
- WMO (World Meteorological Organization). 2013. Causes of Climate Change. http://www.wmo.int/pages/themes/climate/causes_of_climate_change.php



Source: Charles Pierce



Australian Government
Department of the Environment



Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

