

Le milieu dunaire est en étroite relation avec la mer, et sa stabilité est fortement liée à la vie qui l'anime, celle-ci modulant jusqu'à la forme des dunes.

### Comment les dunes se forment-elles ?

Au gré des vagues et des marées, la mer dépose les grains de sable sur le rivage, où le vent les assèche, puis les emporte vers le haut de la plage.

Dans leur pèlerinage aérien, les grains frappent parfois un coquillage, une algue, du bois ou des cailloux échoués ; et s'accumulent contre ces obstacles, ainsi qu'au pied des rares plantes qui poussent sur la plage.

Avec le temps, cet ensablement crée des bourrelets de sable, nommés **dunes initiales**, qui s'alignent tel un pointillé au-delà des marées hautes normales, sur le haut de la plage.

### Croissance des dunes

Au bout d'un moment, plusieurs dunes voisines se joignent et forment un coteau de sable continu nommé **dune bordière**, dune mobile ou *buttereau*, qui est le nom donné par les Madelinots. Grâce à la présence d'une plante - l'Ammophile à ligule courte ou foin de dune - la dune bordière prend de l'ampleur et demeure en place, telle une forteresse, entre la plage et les terres intérieures.

#### Trois plantes pionnières

Les conditions de la plage sont inhospitalières pour les végétaux. Néanmoins, certaines plantes pionnières y poussent aisément et s'enracinent parfois tout près de l'eau. Ces plantes sont essentielles à la formation des dunes initiales.



Caquiller édentulé



Ammophile à ligule courte



Sabile faux-péplus

#### L'Ammophile à ligule courte, essentielle au maintien des dunes

Ammophile signifie « qui aime le sable ».

Sur la plage, les longues et minces feuilles de l'ammophile font obstacle au vent, et provoquent la chute des grains au pied de la plante. Alors que l'accumulation de sable gagne en hauteur, l'ammophile pousse toujours plus haut, ce qui permet à l'ensablement de se poursuivre.

Les racines et les tiges ensevelies de la plante (rhizomes), quant à elles, **se ramifient** sous le sol, formant une sorte de **toile aux mailles bien serrées** qui emprisonne le sable et fixe la dune dans sa forme caractéristique.

Étant donné ses propriétés stabilisatrices, on utilise l'ammophile pour restaurer les dunes endommagées.

Bien que la plante résiste aux assauts du vent et de la mer, elle est très fragile au piétinement répété. La mort du plant libère le sable, et rend les dunes vulnérables face aux vents et aux vagues qui constituent d'importants facteurs d'érosion.



Dune bordière

## milieu dunaire

### Stabilisation des dunes grâce aux plantes

En s'éloignant de la mer, **derrière le buttereau**, les conditions s'adoucissent graduellement. Des plantes rampantes, des plantes herbacées et des arbustes bas commencent à s'y installer. Leur présence stabilise le sol. Pour cette raison, cette zone est nommée **dune semi-fixée**.

Un peu plus loin, quelques arbres rabougris apparaissent, et une plus grande variété d'arbustes, de plantes herbacées, de mousses et de lichens forme une couverture dense immobilisant presque complètement le sable : on dit alors que la dune est **fixée** ou **boisée**.



Dune semi-fixée



Gesse maritime



Aster du golfe Saint-Laurent (en péril)



Rosier sauvage



Dune fixée



Camarine noire



Genévrier à gros fruit (en péril)



Corème de Conrad (en péril)

### Essentielles à l'équilibre écologique, les dunes...

- > **protègent les nappes souterraines** d'eau potable de la contamination par l'eau salée ;
- > **absorbent l'énergie des vagues**, atténuant l'érosion des falaises et des plages ;
- > **préviennent l'ensablement** des infrastructures et des terres intérieures ;
- > **forment et maintiennent les lagunes et les bassins** ;
- > **relient les îles entre elles** : routes, réseaux électriques, télécommunications ;
- > **fournissent un milieu de vie** à de nombreuses espèces animales et végétales.



Profil du milieu dunaire

UNE RÉALISATION D'ATTENTION FRAGILES

PARTENAIRES FINANCIERS : FONDATION HYDRO-QUÉBEC POUR L'ENVIRONNEMENT (PRINCIPAL), PLAN SAINT-LAURENT POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE, FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC, MOUNTAIN EQUIPMENT CO-OP.  
CRÉDITS PHOTO : RICHARD, ALAIN, SAUF *AMMOPHILE À LIGULE COURTE*, DÉCOSTE, LILIANE.

LES DOCUMENTS PHOTOCOPIÉS NE DOIVENT ÊTRE DESTINÉS QU'À UN USAGE PRIVÉ. EN DEHORS D'UN USAGE PRIVÉ, L'EXPLOITATION PUBLIQUE (PAR EXEMPLE : L'EXPOSITION, LA PUBLICATION, L'AFFICHAGE, LA DISTRIBUTION) DES PHOTOGRAPHIES ET DES PHOTOCOPIÉS DE DOCUMENTS EST SOUMISE À L'AUTORISATION D'ATTENTION FRAGILES.

### Les changements climatiques

Les changements climatiques sont une variation des conditions météorologiques moyennes dans une région. S'ils se produisent à l'échelle mondiale, c'est le climat de la planète qui varie.

Bien qu'il s'agisse d'un phénomène naturel, les changements que nous connaissons aujourd'hui diffèrent par leur rapidité et leur ampleur. À l'échelle du globe, les experts chiffrent l'augmentation de la température moyenne actuelle par rapport à celle enregistrée au début du siècle, à **0,74 °C**.

S'il en est ainsi, c'est parce qu'à chaque fois que nous utilisons des combustibles fossiles, nous introduisons dans l'atmosphère des **gaz à effet de serre** (GES), ce qui contribue à accentuer l'effet de serre lui-même.

### Les impacts prévus dans le golfe du Saint-Laurent

Au cours du 20<sup>e</sup> siècle, une hausse globale des températures fut mesurée dans le secteur du golfe :

- > la température moyenne **annuelle** a augmenté de **0,9 °C**,
- > la température moyenne **en hiver** a augmenté de **1,6 °C**.

On commence déjà à observer les effets de ce réchauffement, et l'on anticipe également d'autres effets pour le futur :

- > **Diminution de la période d'englacement** de la surface de la mer : la période où les vagues sont inhibées par les glaces a diminué de 30 % depuis 1960, passant de 80 jours à 55 jours ;
- > **Augmentation de l'activité cyclonique** (fréquence et intensité des tempêtes) ;
- > **Élévation du niveau de la mer** engendrée par la fonte progressive des glaciers des régions polaires et sub-polaires : le niveau de la mer s'est élevé en moyenne de 3,1 mm/an au cours de la dernière décennie ;
- > **Adaptation probable** de certaines espèces et **disparition d'autres espèces** ;
- > **Augmentation probable du taux d'érosion** pour l'ensemble du golfe : les falaises s'érodent d'environ 40 à 60 cm par année.

#### Aux îles

Selon le Consortium Ouranos, spécialisé dans l'évaluation des impacts régionaux des changements climatiques et dans l'élaboration de stratégies d'adaptation, le scénario le plus probable pour les îles de la Madeleine prévoit que d'ici à la fin du siècle, **le recul du trait de côte sera de 80 m en moyenne pour les côtes basses sablonneuses**, et de **38 m pour les falaises rocheuses**.





## érosion

### Les solutions mises en place

Des interventions visant à réduire ou à contrer l'impact de l'érosion sur le territoire des îles de la Madeleine sont en cours d'élaboration. En voici quelques exemples.

- > **Enrochement du littoral**, lorsque nécessaire à la protection d'infrastructures (mais risque d'accélérer le phénomène d'érosion)
- > **Pose d'épis rocheux**, afin de piéger les sédiments en transit le long du littoral
- > **Rechargement artificiel des côtes en sable** (revalorisation du sable récupéré lors des travaux de dragage)
- > **Pose de capteurs de sable et plantation d'Ammophile à ligule courte**, dans les brèches dunaires ou sur le haut des plages, afin de faciliter l'ensablement des plages



Malgré ces efforts, des mesures d'adaptation doivent être prévues. À titre d'exemple, la réglementation municipale impose désormais une distance minimale de 30 mètres entre toute nouvelle construction et les falaises.



### Circulation motorisée hors-route

Aujourd'hui, la circulation motorisée sur les plages est soumise à une réglementation, et elle est interdite en période estivale, soit en période de forte fréquentation par le public et en période de nidification des oiseaux de rivage.

Quant à la circulation motorisée à l'intérieur des dunes, considérant les dommages sévères qu'elle engendre sur cet écosystème fragile et fort utile, elle n'est permise qu'à l'intérieur des sentiers officiellement reconnus et balisés à cette fin.

Pour plus d'informations sur la réglementation en vigueur, s'adresser à la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine.



UNE RÉALISATION D'ATTENTION FRAGILES

PARTENAIRES FINANCIERS : FONDATION HYDRO-QUÉBEC POUR L'ENVIRONNEMENT (PRINCIPAL), PLAN SAINT-LAURENT POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE, FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC, MOUNTAIN EQUIPMENT CO-OP.  
CRÉDITS PHOTO : ATTENTION FRAGILES, SAUF GLACES, BOISSONNAULT-BOURGEOIS, ANNIE.

LES DOCUMENTS PHOTOCOPIÉS NE DOIVENT ÊTRE DESTINÉS QU'À UN USAGE PRIVÉ. EN DEHORS D'UN USAGE PRIVÉ, L'EXPLOITATION PUBLIQUE (PAR EXEMPLE : L'EXPOSITION, LA PUBLICATION, L'AFFICHAGE, LA DISTRIBUTION) DES PHOTOGRAPHIES ET DES PHOTOCOPIES DE DOCUMENTS EST SOUMISE À L'AUTORISATION D'ATTENTION FRAGILES.

## La formation des Îles, une histoire de sel

Les îles de la Madeleine se situent au centre d'un vaste haut-fond marin nommé plateau madelinien, qui couvre le sud du golfe du Saint-Laurent. Toutes jeunes, elles ont émergé de l'eau, 1 à 2 millions d'années avant notre ère...

### Avant leur naissance : la période du carbonifère

Il y a plus de 300 millions d'années, le plateau madelinien était situé au niveau de l'équateur, sous un soleil ardent. À cette époque, il prenait la forme d'une profonde vallée située sur le continent.

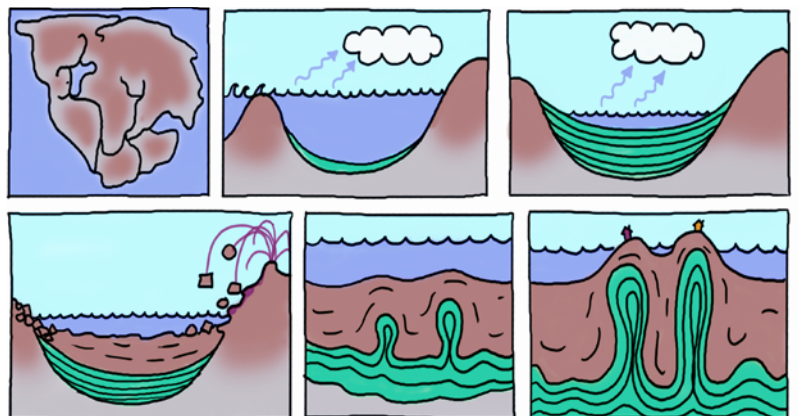
Périodiquement, les assauts de la mer inondaient cette vallée, la remplissant d'eau salée. Comme le climat équatorial est particulièrement chaud et sec, l'eau introduite s'évaporait continuellement, provoquant l'accumulation du sel marin au fond du bassin. Pendant plusieurs millions d'années, des centaines de mètres de cristaux de sel s'y sont ainsi accumulés, puis assemblés et durcis de manière à former des roches de sel que l'on nomme évaporites.

### La lente dérive des continents

Au cours des millions d'années qui suivirent, le lent mouvement des continents déplaça le plateau madelinien de l'équateur vers sa position actuelle. Pendant ce long voyage, le continent traversa successivement une période désertique, des phases volcaniques et des phases d'immersion sous l'eau au cours desquelles des laves solidifiées et des sédiments marins s'accumulèrent sur plusieurs kilomètres d'épaisseur au-dessus de la couche de sel.

### Équilibre instable : les Îles émergent !

En raison du poids considérable que générerait l'accumulation de sédiments sur le sel, ce dernier s'enfonça tellement que la pression et la chaleur qui régnaient alors le ramollirent considérablement. Il n'en fallait pas plus pour que le sel effectue des remontées sous la forme d'immenses colonnes malléables, à la manière d'un bouchon de liège qui serait remonté à la surface de l'eau, morcelant et infiltrant les sédiments se trouvant au-dessus.



Aujourd'hui, en constante remontée, ce sont ces dômes salins qui maintiennent les îles de la Madeleine à la surface du golfe du Saint-Laurent.

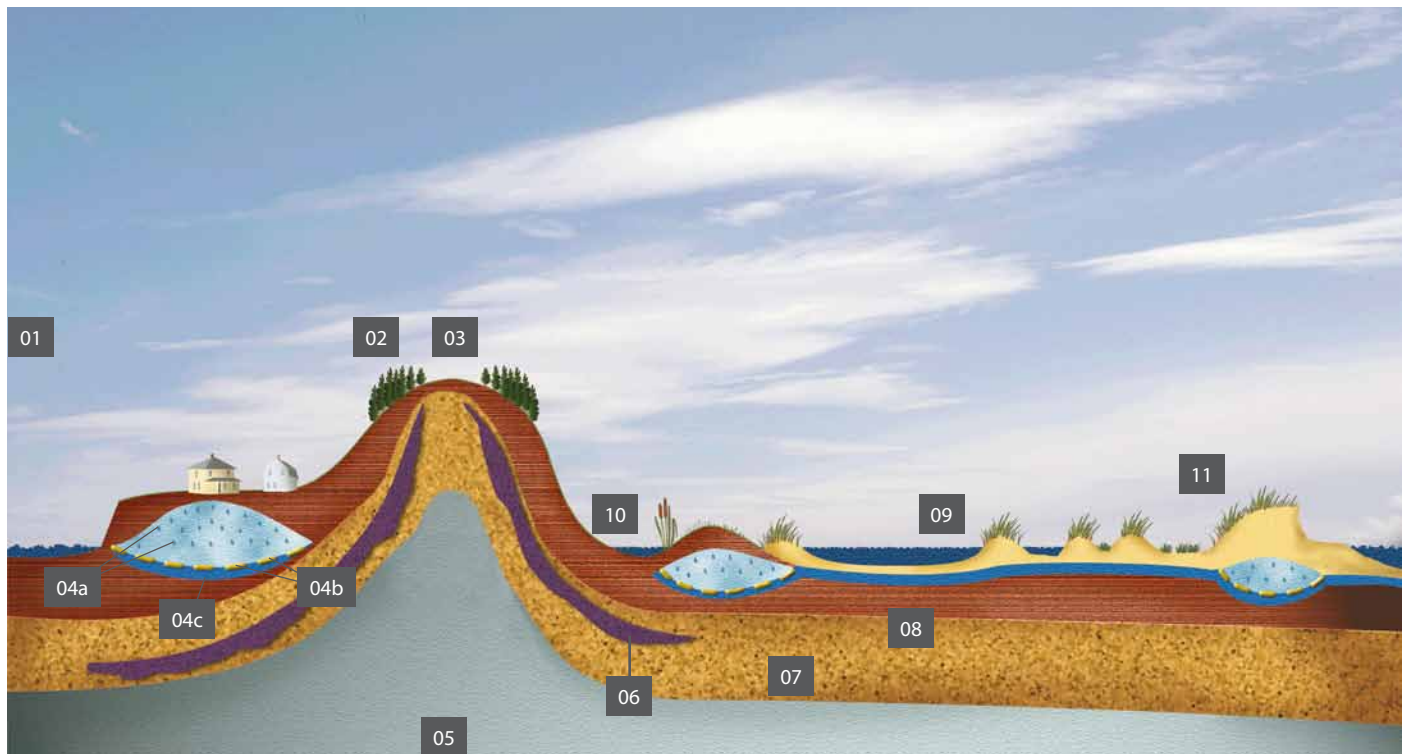
### Des gisements de sel

Des sept dômes de sel situés sous l'archipel, ce sont ceux localisés sous la baie du Bassin et sous Grosse-Île qui sont le plus près de la surface. Depuis 1982, la mine de sel Mines Seleine extrait à Grosse-Île du sel destiné au déglacage des routes.



## géologie

### Le profil d'une île



- |    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 1  | Milieu marin            | Ensemble formé par le golfe du Saint-Laurent qui entoure les Îles, et par les plans d'eau intérieurs (bassins et lagunes) communiquant avec ce dernier.                        |
| 2  | Milieu forestier        | Ensemble des forêts qui, aux Îles, sont dominées par les conifères.  |
| 3  | Butte ou colline        | De forme arrondie, certaines buttes des Îles sont constituées de noyaux de roches volcaniques.   |
| 4a | Nappe phréatique        | Masse d'eau douce souterraine flottant en équilibre hydrostatique sur une eau saumâtre.  |
| 4b | Équilibre hydrostatique | État d'équilibre entre les masses souterraines d'eau douce et les masses souterraines d'eau saumâtre.  |
| 4c | Eau saumâtre            | Eau mi-douce, mi-salée.  |
| 5  | Dépôts de sel           | Après s'être accumulé pendant 85 millions d'années, le sel forme aujourd'hui des dômes sur lesquels reposent les îles de la Madeleine.   |
| 6  | Dépôts volcaniques      | Accumulation de lave refroidie provenant de la période de volcanisme que les Îles traversèrent, il y a plusieurs millions d'années.  |
| 7  | Dépôts continentaux     | Accumulation de roches sédimentaires (provenant de l'érosion du continent adjacent) et de roches volcaniques.  |
| 8  | Dépôts éolien           | Accumulation de grains de sable transportés par le vent, provenant d'un ancien désert et compactés en une roche très friable, le grès rouge.                                   |
| 9  | Lagune                  | Plan d'eau peu profond et partiellement isolé de la mer.   |
| 10 | Milieu humide           | Ensemble des secteurs gorgés d'eau de façon plus ou moins permanente, comme les marais salés, les marais saumâtres et les marais d'eau douce, les étangs, les tourbières, etc. |
| 11 | Milieu dunaire          | Ensemble des dunes et des plages.  |

UNE RÉALISATION D'ATTENTION FRAGILES

PARTENAIRES FINANCIERS : FONDATION HYDRO-QUÉBEC POUR L'ENVIRONNEMENT (PRINCIPAL),  
PLAN SAINT-LAURENT POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE, FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC, MOUNTAIN EQUIPMENT CO-OP.  
ILLUSTRATIONS : MONTAGNE DE SEL, PAPILLON, MARIANNE, ET COUPE GÉOLOGIQUE, RICHARD, ALAIN.

LES DOCUMENTS PHOTOCOPIÉS NE DOIVENT ÊTRE DESTINÉS QU'À UN USAGE PRIVÉ. EN DEHORS D'UN USAGE PRIVÉ, L'EXPLOITATION PUBLIQUE (PAR EXEMPLE : L'EXPOSITION, LA PUBLICATION, L'AFFICHAGE, LA DISTRIBUTION) DES PHOTOGRAPHIES ET DES PHOTOCOPIÉS DE DOCUMENTS EST SOUMISE À L'AUTORISATION D'ATTENTION FRAGILES.



### Le golfe du Saint-Laurent

D'un point de vue physique, le **golfe du Saint Laurent** est un large bassin qui communique avec l'océan Atlantique et dans lequel se jette le fleuve Saint-Laurent. Tapissé de sable, de vase et de gravier, le plancher du golfe est formé de plateaux et de fosses profondes, dont la plus imposante est celle du **chenal Laurentien** (550 m de profondeur).

Les îles de la Madeleine sont situées au centre d'une large plate-forme, le **plateau madelinien**, qui prolonge la chaîne des Appalaches et couvre la partie sud-ouest du golfe du Saint-Laurent. La hauteur d'eau y dépasse rarement **80 m** et les hauts-fonds près de l'archipel sont à moins de **50 m** de profondeur, entrecoupés d'affleurements rocheux.

### Masses d'eau

Trois **masses d'eau** principales composent la colonne d'eau dans le golfe :

- > **Couche superficielle** (0 à 40 m) : température entre 5 et 20 °C, salinité de 30 g/kg (sel/eau).
- > **Couche intermédiaire glaciale** (40 à 130 m) : température entre -1 et 2 °C, salinité de 31 g/kg.
- > **Couche profonde** (plus de 130 m) : température entre 4 et 6 °C, salinité de 35 g/kg.

### Courants

En général, les **courants de surface** sont engendrés par le déplacement de l'eau douce provenant du fleuve et d'autres cours d'eau, alors que l'océan Atlantique est responsable des **courants de fond**. Autour des îles, on note un courant rotatif de sens antihoraire influencé par le **courant de Gaspé** et le **courant du Labrador**. Près des côtes, environ la moitié des courants de surface, jusqu'à 40 m de profondeur, sont générés par des vents locaux.



### Une plante dans l'eau

Il y a **cinq grands plans d'eau intérieurs** dans l'archipel : le bassin aux Huîtres, la lagune de la Grande Entrée, la lagune du Havre aux Maisons, la baie du Havre aux Basques et la baie du Bassin.

Dans ces plans d'eau, on trouve couramment la **Zostère marine** (*arbutarde* ou *herbe à outarde*) qui est une plante marine et non une algue. Ses racines et ses tiges souterraines **stabilisent le fond marin**, à l'instar de l'ammophile dans les milieux dunaires. Elle forme des colonies qui jouent un rôle crucial dans la chaîne alimentaire des plans d'eau. La zostère est facilement déracinable et menacée par les activités qui brouillent son environnement de façon régulière.



## milieu marin

### Marées

Les marées présentent le plus faible marnage de tout le Saint-Laurent, soit 0,60 m. La marée se propage à partir d'un point amphidromique et gagne en amplitude à mesure qu'on s'en éloigne. Ce point est situé à seulement 50 km à l'ouest des Îles. On distingue des marées de type diurne au nord de l'archipel et de type diurne et semi-diurne sur le reste des côtes.

### Faune et flore du milieu marin

Univers tridimensionnel, le monde aquatique est peuplé d'une diversité étonnante d'espèces. Voici en peu de mots comment la vie s'organise dans le milieu marin autour des Îles :

Flore						
Près des côtes			Au large			
Surtout des macrophytes : grandes algues et plantes marines accrochées aux rochers ou enracinées au fond. Offrent nourriture et abri. Présence de phytoplancton.			Surtout du phytoplancton : algues microscopiques en suspension dans les premiers mètres sous la surface de l'eau, où la lumière pénètre. Base de la chaîne alimentaire marine. Volume important, colore parfois l'eau en vert. Sa photosynthèse génère près de 50 % de l'oxygène planétaire.			
<i>laminaires</i>	<i>diatomées</i>	<i>dinoflagellés</i>	<i>diatomées</i>	<i>dinoflagellés</i>	<i>laminaires</i>	
<i>fucus</i>	<i>ascophylles</i>	<i>laitues de mer</i>				
<i>zostères</i>						
Faune invertébrée						
Près des côtes			Au large			
Domaine des animaux filtreurs et brouteurs. Également des prédateurs et des détritivores. Abondance de mollusques.			Au fond, surtout des prédateurs et des détritivores car absence de végétaux. En surface, importance du phytoplancton dans l'alimentation.			
<i>moules</i>	<i>littorines</i>	<i>balanes</i>	<i>concombres de mer</i>	<i>natices</i>	<i>crevettes</i>	
<i>étoiles de mer</i>	<i>myes</i>	<i>mactres</i>	<i>étoiles de mer</i>	<i>larves</i>	<i>copépodes</i>	
<i>homards</i>	<i>anémones</i>	<i>oursins</i>	<i>crabes des neiges</i>	<i>buccins</i>	<i>méduses</i>	
Faune vertébrée						
Près des côtes			Au large			
Alimentation, nidification et repos des oiseaux marins. Repos des phoques. Petits poissons qui vivent près des côtes, ainsi que poissons plus gros qui les fréquentent de façon périodique (croissance, alimentation, frai).			Alimentation et repos d'oiseaux extra-côtiers, mais se reproduisent sur la côte. Les poissons proie (petits) se nourrissent notamment de larves et d'invertébrés, alors que les poissons prédateurs (plus gros) se nourrissent des poissons juvéniles et de poissons proies. Les baleines sont présentes.			
<i>cormorans</i>	<i>phoques</i>	<i>harengs</i>	<i>pétrels</i>	<i>maquereaux</i>	<i>morues</i>	
<i>goélands</i>	<i>éperlans</i>	<i>maquereaux</i>	<i>petits pingouins</i>	<i>sébastes</i>	<i>cachalots</i>	
<i>guillemots</i>	<i>épinoches</i>	<i>poulamons</i>	<i>harengs</i>	<i>flétans</i>	<i>requins</i>	
<i>hérons</i>	<i>chabousseaux</i>	<i>anguilles</i>	<i>dauphins</i>	<i>rorquals</i>	<i>plies</i>	

UNE RÉALISATION D'ATTENTION FRAGILES

PARTENAIRES FINANCIERS : FONDATION HYDRO-QUÉBEC POUR L'ENVIRONNEMENT (PRINCIPAL),  
PLAN SAINT-LAURENT POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE, FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC, MOUNTAIN EQUIPMENT CO-OP.  
CRÉDIT PHOTO : RICHARD, ALAIN. CARTE : ATTENTION FRAGILES.

LES DOCUMENTS PHOTOCOPIÉS NE DOIVENT ÊTRE DESTINÉS QU'À UN USAGE PRIVÉ. EN DEHORS D'UN USAGE PRIVÉ, L'EXPLOITATION PUBLIQUE (PAR EXEMPLE : L'EXPOSITION, LA PUBLICATION, L'AFFICHAGE, LA DISTRIBUTION) DES PHOTOGRAPHIES ET DES PHOTOCOPIES DE DOCUMENTS EST SOUMISE À L'AUTORISATION D'ATTENTION FRAGILES.