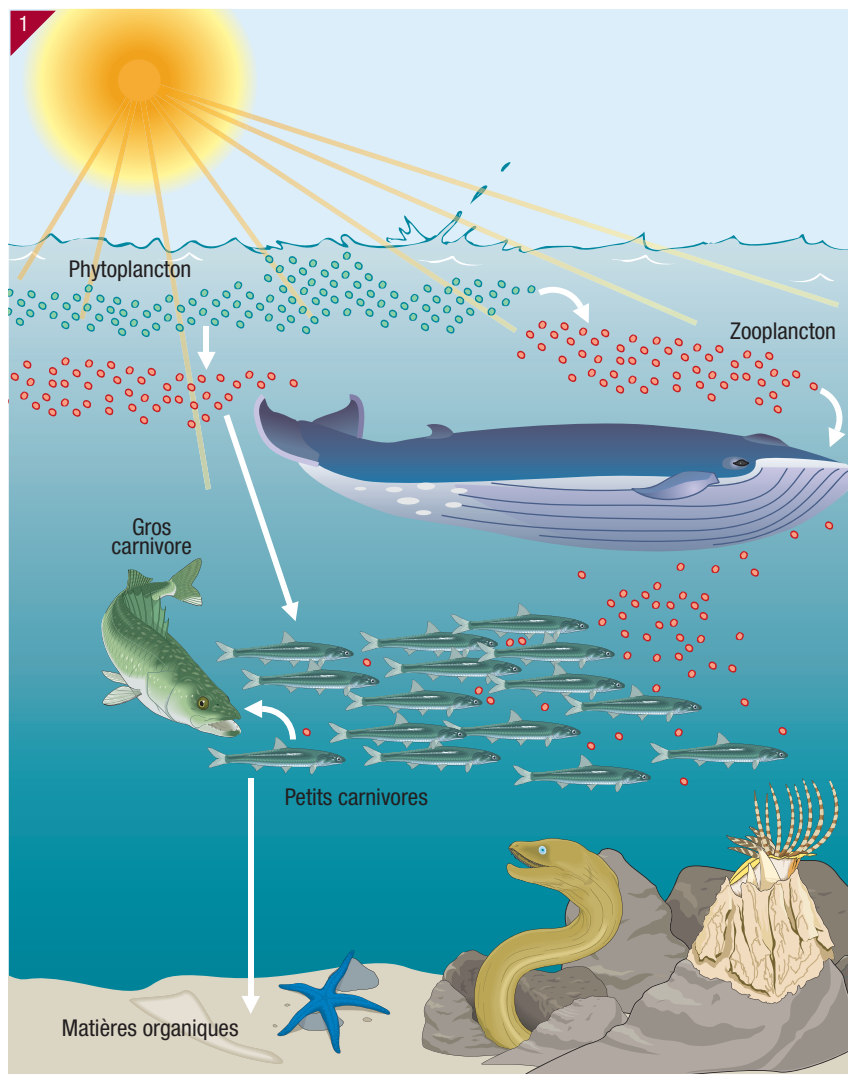




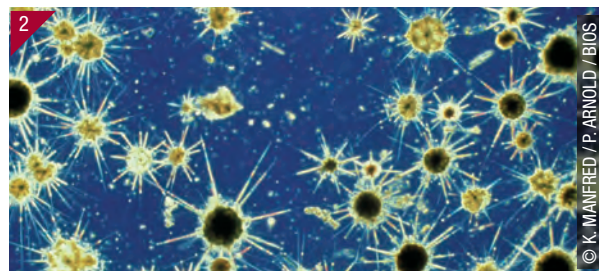
Sous le regard des satellites



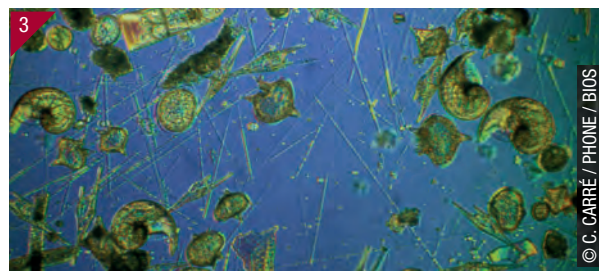
7- Les espèces vivantes et leurs milieux



Les chaînes alimentaires, en milieu marin, reposent sur le phytoplancton (de minuscules algues en suspension dans la mer). Au printemps, grâce au soleil, leur nombre augmente rapidement, produisant parfois un « bloom ». Cette végétation marine peut se développer en mer sur plusieurs centaines de kilomètres carrés. Ces algues offrent au zooplancton une nourriture 300 à 400 fois plus riche que celle qu'il trouve habituellement. Les petites crevettes pélagiques en profitent et se développent rapidement. Ce sont elles qui fournissent la base de la nourriture des baleines, mais aussi des poissons.



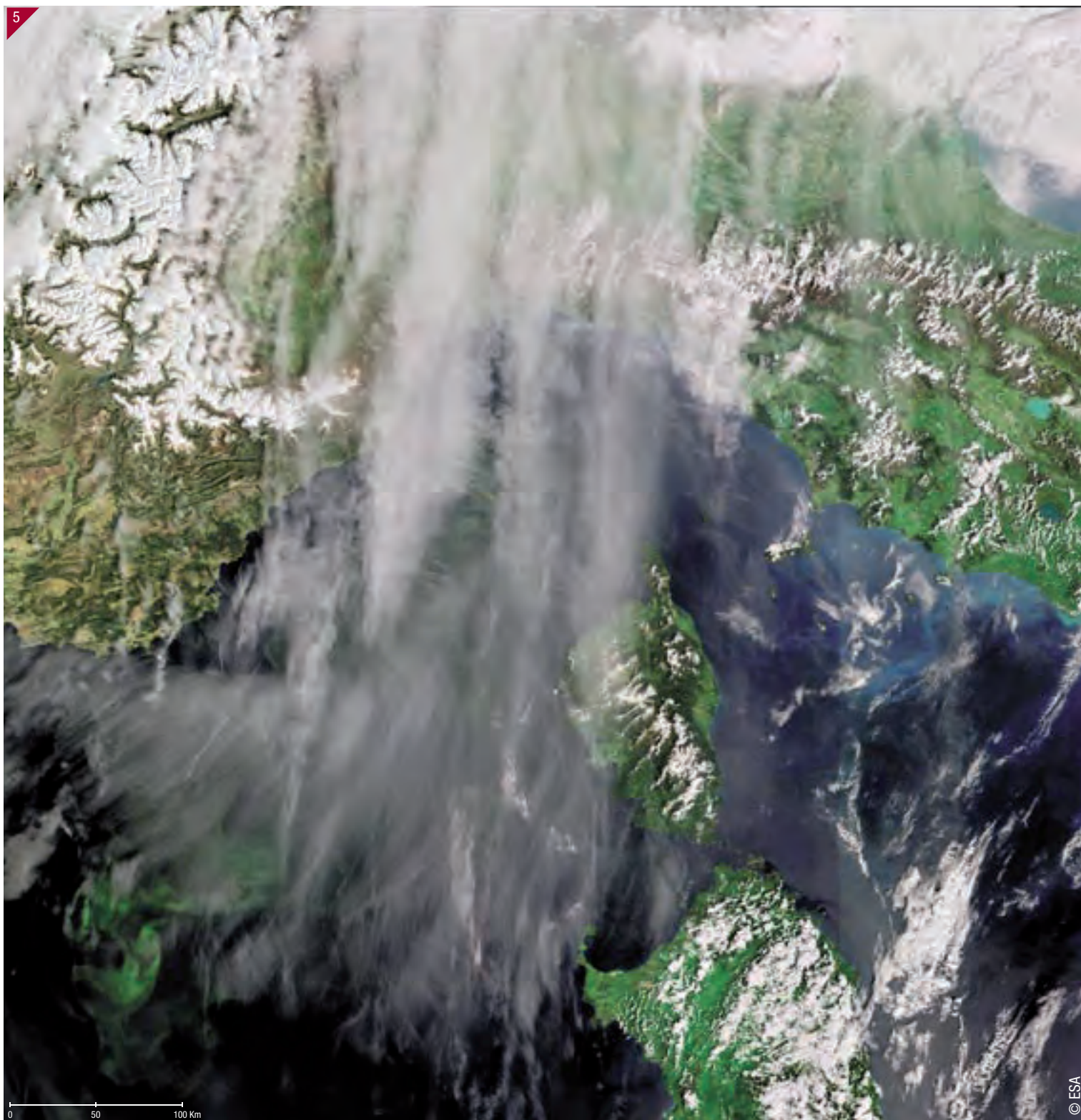
Phytoplancton.



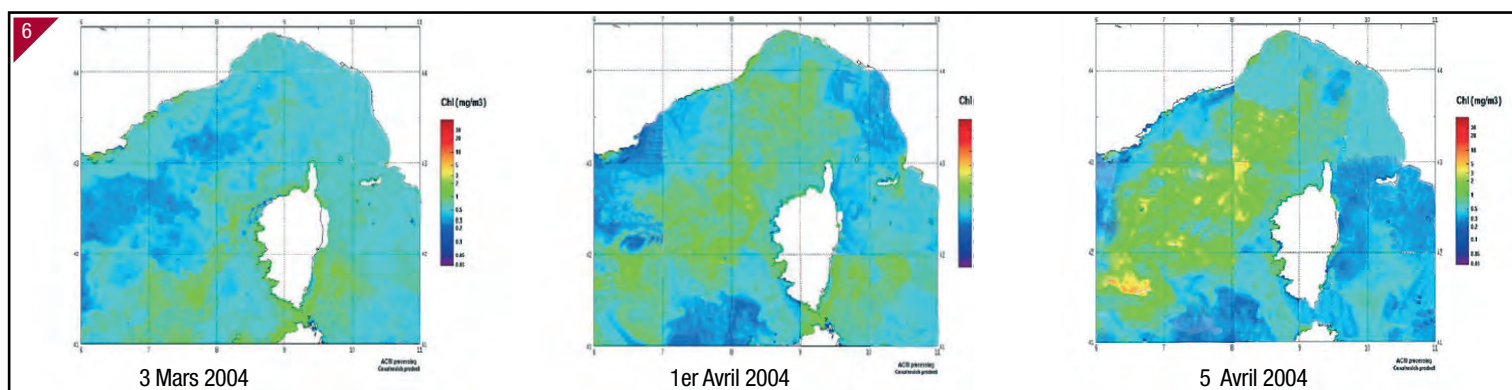
Zooplancton.



Le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) est par sa taille (22 mètres et plus de 50 tonnes), le deuxième animal le plus grand après la Baleine bleue. C'est un mammifère. On estime leur nombre à 3 ou 4000 en Méditerranée occidentale. Durant l'été c'est au nord de la Corse, en mer Ligure, que les Rorquals sont les plus nombreux : c'est là qu'ils trouvent en abondance leur nourriture favorite, les crevettes pélagiques (ou krill) qui évoluent en bancs très denses.



Bloom observé en mer Ligure, entre la Corse et le continent (à gauche de l'image) en avril 2004. Le bloom est repérable, sur cette image, par la couleur verte de l'eau.



Graphiques établis d'après les niveaux de concentration en chlorophylle enregistrés par le satellite Envisat, entre les mois de mars et avril 2004 (mesures effectuées par l'instrument MERIS).

LES BALEINES EN MÉDITERRANÉE

La Méditerranée occidentale est un véritable sanctuaire marin pour les cétacés, mais elle concentre aussi un important trafic maritime. La connaissance des lieux et des périodes où ce mammifère séjourne - et surtout se reproduit - est très importante pour limiter les causes et les risques de perturbation.



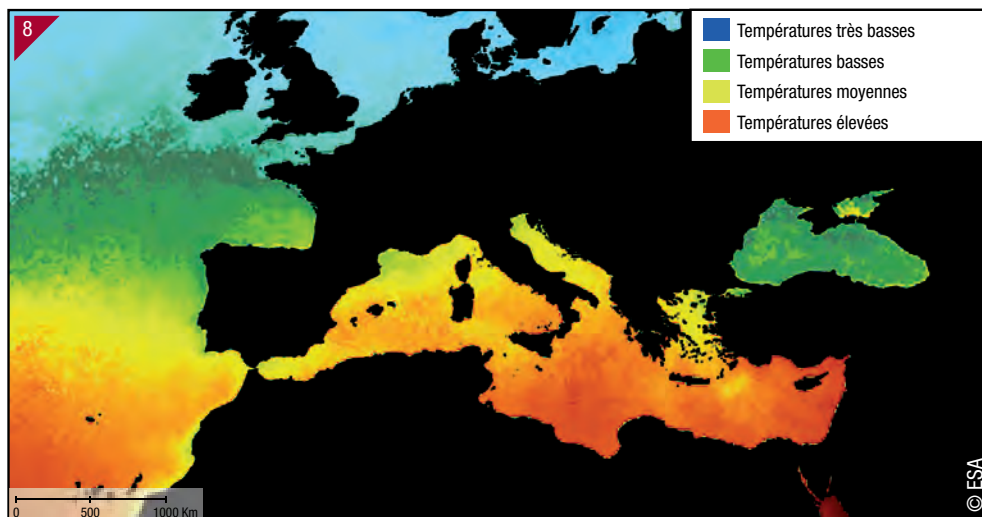
Des campagnes d'observations, faites en mer à bord de bateaux par des spécialistes et des scientifiques, ont permis de vérifier la correspondance entre l'apparition de nourriture (la biomasse et donc l'apparition de zooplancton) observée par satellite, et la présence effective d'importants groupes de baleines. Ces études ont montré que les baleines adaptent naturellement leurs déplacements à la quantité de nourriture disponible.

UNE SURVEILLANCE RÉGULIÈRE PAR SATELLITE

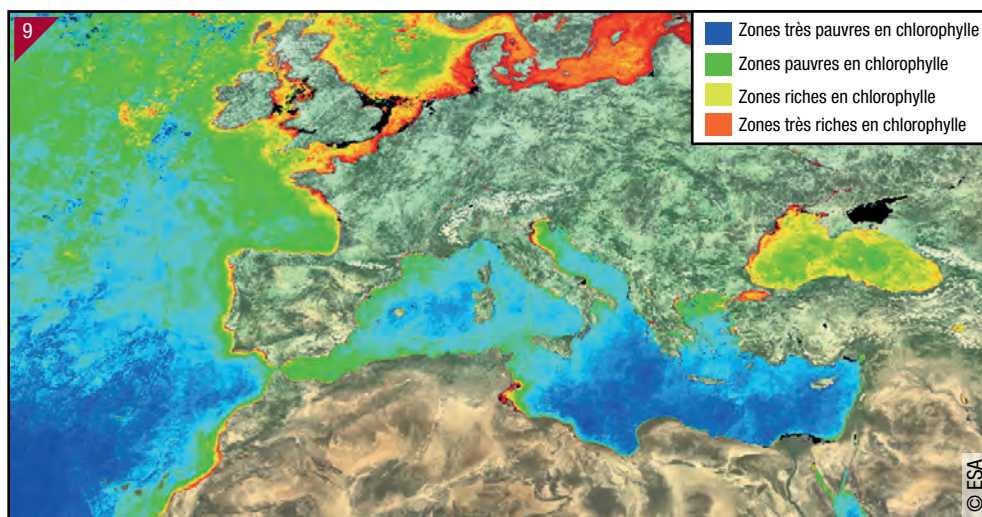
Les ressources nutritives présentes en Méditerranée sont sujettes à des variations saisonnières et annuelles importantes.

L'image satellite permet d'évaluer la quantité de biomasse (phytoplancton et zooplancton) sur une large zone et pendant de longues périodes. Pour cela on doit mesurer, depuis l'espace, les concentrations de chlorophylle et les variations des températures de la surface de la mer.

Il y a un décalage de temps entre les pics de chlorophylle et le développement du zooplancton. Ainsi, l'analyse des images satellites permet de prévoir les zones favorables où les baleines ont des chances de se regrouper.



Températures de surface de la mer

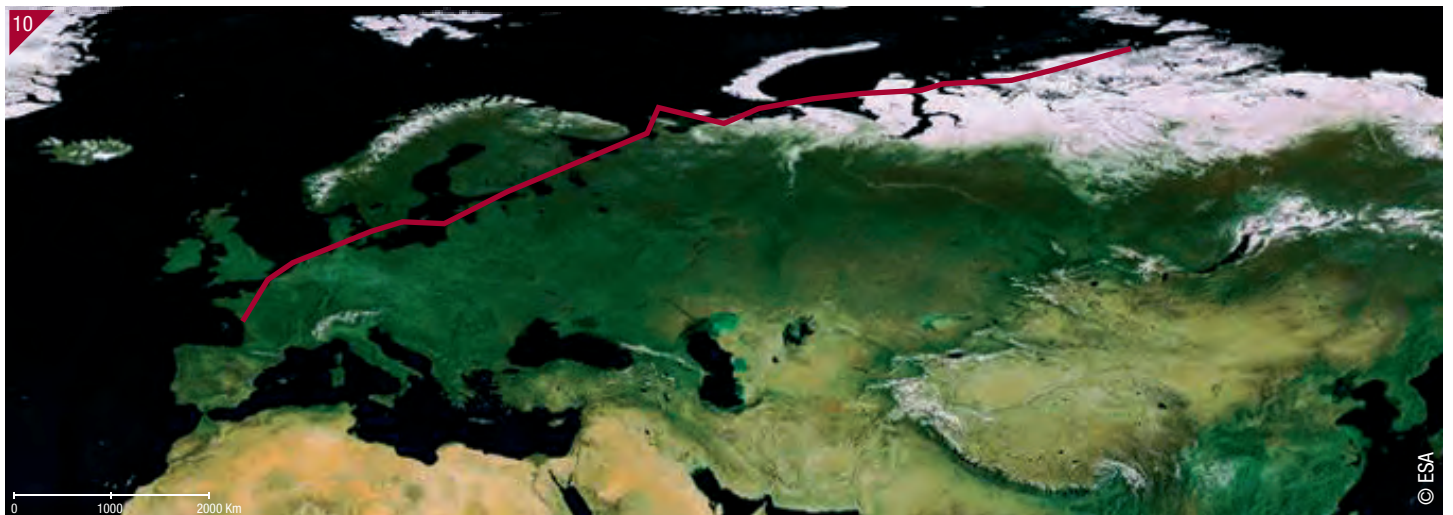


Concentration en chlorophylle des eaux de surface. Le phytoplancton présent dans les mers est étroitement dépendant de la température des eaux de surface, mais il dépend aussi des nutriments apportés par les fleuves et les rivières qui se chargent de matières en suspension durant leur parcours terrestre.



La couleur des océans est déterminée par l'interaction de la lumière du soleil avec les substances et les particules présentes dans l'eau. La matière en suspension est en grande partie composée de phytoplancton qui est un organisme photosynthétique contenant de la chlorophylle. Celle-ci est un pigment absorbant la lumière dans les longueurs d'onde rouge et bleue, et la transmettant dans le vert, ce qui explique sa couleur.

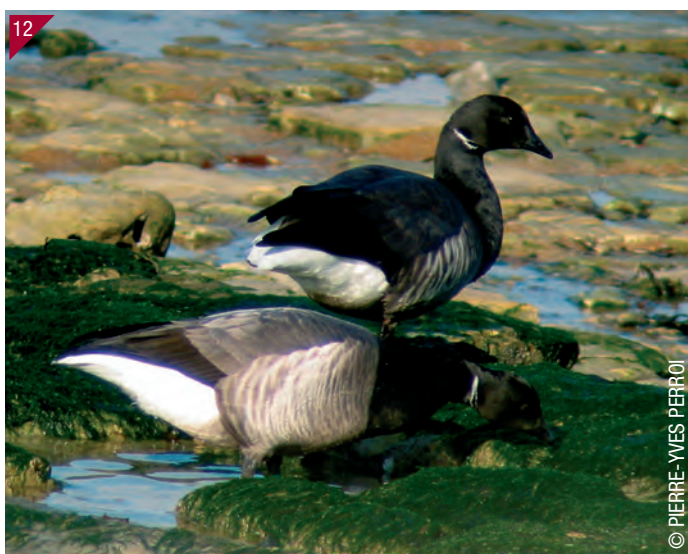
LES MIGRATIONS DES OIES BERNACHES



Cette image satellite montre l'Europe et le nord du continent asiatique. Elle est prise à la fin de l'automne et la Sibérie se trouve déjà enneigée. Les glaces recouvriront bientôt tout le littoral. La végétation et la nourriture y seront insuffisantes, notamment pour les jeunes oiseaux nés dans l'année. Les oies bernaches quittent alors cette région nordique pour retourner passer l'hiver sur les côtes européennes, où elles trouveront toute la nourriture nécessaire. Leur trajet est indiqué par la ligne rouge.



Lors des migrations, les vols des oies peuvent rassembler plusieurs dizaines de milliers d'individus.



Oies bernaches cravant, en hivernage sur le littoral Poitou-Charentes.

Elles consomment des graines, des bourgeons, des herbes, des vers et des insectes, mais aussi des petits poissons, des coquillages, des algues vertes... Les oies bernaches cravant se nourrissent le jour en eau peu profonde, «broutant» les herbes marines. La nuit, elles se regroupent en mer.



Image de la côte atlantique près de l'estuaire de la Garonne. Les oies bernaches se regroupent souvent sur les îles qui bordent la façade atlantique, où elles trouvent plus de tranquillité (Image Envisat).

Comment travaillent les satellites ?

Les systèmes de localisation par satellite

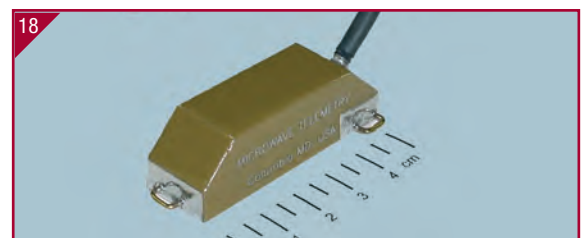
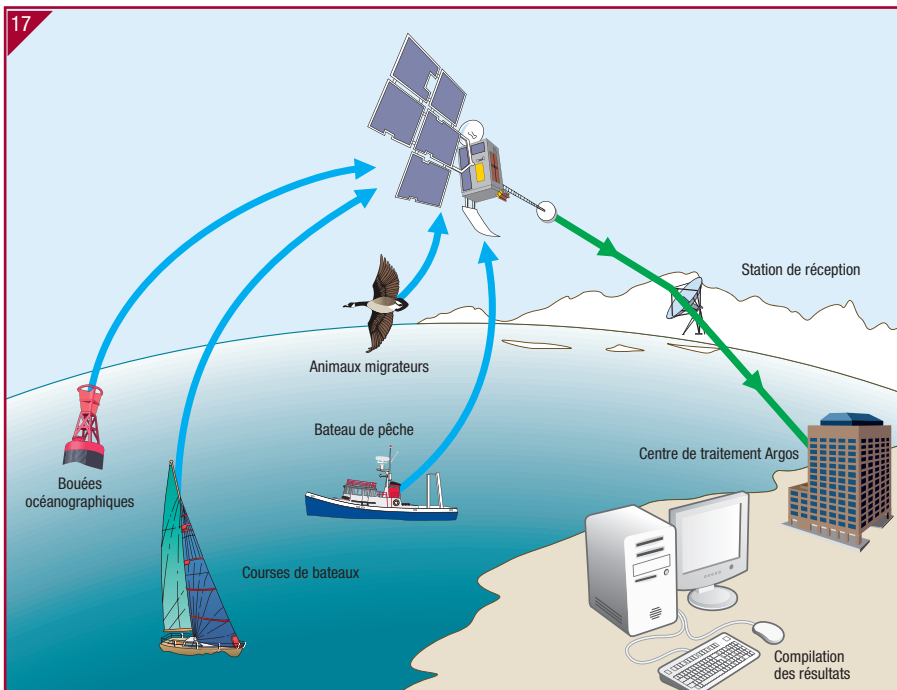


Les oies quittent l'Europe fin mai pour retourner en Sibérie. Il leur faut environ 3 semaines pour parcourir les 5000 km qui séparent l'Europe de l'ouest de la Sibérie mais elles font souvent une halte de quelques jours dans la mer Blanche (près d'Arkhangelsk) où elles trouvent des algues (*Zostera marina*) qui émergent à peine, dès la fonte des glaces de mer.



Cette étude scientifique a permis de suivre 8 oiseaux équipés de balises et dont les trajets de migration ont été repérés à partir des côtes de l'Europe jusqu'au nord de la Sibérie, dans la péninsule de Taymir, où se trouve un environnement favorable à leur reproduction et où ils reviennent chaque année faire leurs nids.

On peut remarquer, sur les trajets repérés par la ligne de couleur, que les oies font toujours des haltes sur la côte, dans les zones les plus propices à leur alimentation.



Cette petite balise de 30 grammes est la plus utilisée pour suivre les migrations de nombreuses espèces d'oiseaux. C'est un émetteur relié au système Argos de transmission par satellite qui permet ainsi le suivi des itinéraires de ces oiseaux. Différents types de balises existent, qui permettent de suivre d'autres animaux comme les tortues marines ou les manchots.

En appliquant ce principe, on peut également repérer et suivre le déplacement des bateaux, des convois terrestres ou des sondes météorologiques qui se déplacent au gré des vents et des courants marins.

Informations pour les enseignants

Les fiches d'informations pour les enseignants sont conçues pour offrir un support lors de la préparation des cours. Elles viennent en complément des dossiers distribués aux élèves. Le professeur y trouvera une synthèse d'informations utiles à la présentation du sujet, des données complémentaires concernant les images satellitaires, une bibliographie et une liste d'adresses de sites traitant les sujets abordés.

Dossier N°7 : Les espèces vivantes et leurs milieux

Le dossier N°7 est centré sur les espèces dans leurs milieux.

Ce dossier permet, à travers l'exploitation de schémas et d'images satellitaires :

- de découvrir et construire les concepts d'écosystème et de chaîne alimentaire;
- de suivre l'évolution des ressources nutritives d'espèces marines, comme les baleines;
- de suivre le trajet d'oiseaux migrateurs, comme les oies bernaches.



Fonctionnement des écosystèmes

Pour comprendre les relations entre les espèces et leur milieu, il faut approfondir les concepts d'écosystème et de chaîne alimentaire. Un écosystème peut être défini comme un système biologique complexe formé par les divers organismes vivant ensemble – une biocénose – dans un milieu donné, et par les éléments de ce milieu qui interviennent dans leur existence – ce que l'on appelle souvent le biotope. Ce fragment de la biosphère constitue une entité relativement autonome par rapport aux écosystèmes voisins.

Au sein d'un écosystème, les végétaux chlorophylliens, autotrophes, sont les producteurs primaires. Ils sont capables d'utiliser l'énergie solaire lors de la photosynthèse : après avoir absorbé du dioxyde de carbone (dans l'eau ou dans l'air) et de l'eau, ils élaborent, grâce à la présence de chlorophylle, des substances organiques (glucides par exemple) éventuellement très complexes ; certaines molécules synthétisées peuvent être mises en réserve, quelquefois pour longtemps (graines, bois, bulbes et rhizomes). Les herbivores (insectes, oiseaux, mammifères ...) sont les premiers consommateurs : ils transforment la matière végétale organique en matière animale organique. Ils sont donc considérés comme des producteurs secondaires, tout comme les carnivores qui élaborent leurs propres molécules organiques à partir des molécules organiques présentes chez d'autres animaux. Herbivores, carnivores et omnivores sont donc des producteurs secondaires. Ce sont des hétérotrophes.

Dans un écosystème, les êtres vivants sont interdépendants dans un réseau trophique, c'est-à-dire dans un ensemble de chaînes alimentaires qui s'entrecroisent. Entre les différents maillons d'une chaîne alimentaire circulent de la matière et de l'énergie. Toutes les espèces d'un écosystème rendent constamment au milieu, plus ou moins transformées, les substances qu'elles y ont puisées : la photosynthèse, la respiration, l'élimination catabolique et finalement la mort jettent constamment hors de l'orbite du cycle vital de nombreux produits minéraux ou organiques. Ceux-ci peuvent être « perdus », entraînés dans l'atmosphère, drainés dans le sol, ou transformés en matériaux biologiquement stockés à plus ou moins long terme (charbon, pétrole). La plupart des dépôts organiques sont cependant repris par des organismes en général microscopiques (bactéries, champignons), les réducteurs, qui « simplifient » les résidus organiques, les transforment en substances minérales et les rendent de nouveau accessibles aux végétaux chlorophylliens qui les récupèrent pour leurs biosynthèses.

Dans un habitat donné, on rencontrera une variété plus ou moins grande d'exploitants, chacun accomplissant sa fonction telle qu'elle est inscrite dans son patrimoine génétique. Végétaux chlorophylliens, herbivores, carnivores et réducteurs maintiendront donc localement (spatialement)

et pendant quelque temps (temporairement) un équilibre qui dépend de leur compatibilité. Certains seront enracinés et permanents, d'autres symbiotiques, saprophytes ou épiphytes et d'autres phytophages ou carnivores, sédentaires ou migrateurs. L'équilibre entre la production et la consommation peut donc être atteint grâce à un grand nombre d'associations entre espèces susceptibles de se partager les ressources du site (un cas particulièrement intéressant est la récolte par les oiseaux migrateurs d'un « surplus » de production dans les forêts tempérées et les savanes tropicales).

L'écosystème est donc le siège d'un fonctionnement, lié aux structures spatiale et temporelle, et que caractérisent les flux de matière et d'énergie entre ses divers constituants impliqués dans différentes chaînes alimentaires. Il se produit une certaine quantité de matière vivante, la biomasse, qui, par des voies diverses, se transformera en matière organique morte, laquelle sera ensuite progressivement minéralisée en partie ou en totalité, puis recyclée.

Les images satellitaires

Page de couverture

Image de couverture : La Manche au nord de la Bretagne (Envisat / MERIS).

Cette image permet d'observer un bloom (développement rapide du phytoplancton) au large des côtes bretonnes. Il s'étend sur environ 400 Km. Les blooms se produisent souvent au printemps ou au début de l'été. La concentration de phytoplancton est alors 300 ou 400 fois plus élevée que la normale.

Dossier central

Image N°5 : Bloom en mer Ligure (Envisat / MERIS – 5 avril 2004)

Le phytoplancton est un organisme photosynthétique contenant de la chlorophylle, un pigment absorbant la lumière dans les longueurs d'onde rouge et bleue et la transmettant dans le vert (ce qui le rend perceptible à la vision humaine) et surtout dans le proche infrarouge ce qui permet de l'identifier clairement sur les images satellitaires acquises au-dessus des océans.

Les différentes bandes spectrales dont dispose MERIS, embarqué sur Envisat, permettent l'étude particulière de la couleur des océans. La majeure partie de la lumière solaire pénètre sous la surface de l'océan et interfère avec les molécules d'eau et la matière en suspension. L'absorption de l'eau élimine les longueurs d'onde les plus courtes (rouge) mais permet la réflexion des longueurs d'onde les plus longues (bleu) ce qui explique la couleur généralement bleue des océans.

MERIS détecte les concentrations de chlorophylle à partir de 1/10 000 000 de gramme par litre.

Image N°6 : Niveaux de chlorophylle en mer Ligure (Envisat / MERIS – Mars-avril 2004)

Sur l'image N°5, une traînée nuageuse gêne partiellement l'observation du bloom qui s'étend jusqu'au nord de la Corse. Lors du passage du satellite, ces nuages ont empêché l'acquisition de certaines données. Les graphiques présentés dans ce dossier ont donc été traités pour extrapoler les relevés et permettre aux élèves de mieux percevoir la correspondance entre l'image du bloom et les 3 graphiques restituant son développement.

Image N°8 : Températures de la surface de la mer (Envisat)

La croissance du phytoplancton dépend de l'abondance des nutriments (nitrates, phosphates, silicates...). Ceux-ci se trouvent en grande quantité dans les eaux froides et profondes des océans et remontent à la surface à la faveur des courants marins froids. La quantité de phytoplancton est donc étroitement liée à la température des eaux de surface.

Il existe d'autres formes d'apport de nutriment dans les océans, notamment par les arrivées d'eau douce à la mer (y compris les eaux polluées) chargées de nutriments lors de leur parcours terrestre. La corrélation entre la concentration en chlorophylle et la température de surface des océans permet de différencier les apports naturels de nutriments des apports d'origine anthropique.

Image N°9 : Concentration en chlorophylle (Envisat)

Grâce à la détection de la concentration en chlorophylle, il est possible d'estimer la productivité primaire, c'est-à-dire la quantité de carbone intégré par les plantes sous forme de matière organique lors de la photosynthèse chlorophyllienne. Le phytoplancton joue un rôle important dans le cycle du carbone et produit plus de la moitié de l'oxygène que nous respirons.

La détection de la concentration en chlorophylle permet ainsi de repérer les zones de forte production biologique, de visualiser les interactions entre courants marins (le phytoplancton - qui se laisse porter par les courants - est un marqueur) de surveiller l'eutrophisation côtière et les pollutions, etc...

Page 5 - Les migrations des oies bernaches

Image N°10 : Le nord du continent eurasiatique (Envisat / MERIS)

Cette image montre les zones nordiques et les Alpes déjà enneigées. Pour éviter les zones et les périodes nuageuses, cette vue a été reconstituée à partir de plusieurs images prises pendant environ un mois à la fin de l’automne 2004. Les mers et les océans sont en noirs car les données ne sont pas prises en compte.

Image N°13 : La côte atlantique française (Envisat / MERIS)

On distingue les sédiments rejetés par la Garonne qui remontent vers le nord du littoral. Certaines îles constituent des habitats privilégiés pour les oiseaux migrateurs.

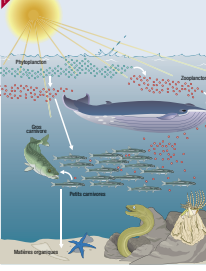
Page 6 - « Comment travaillent les satellites ? »

Image N°17 : Schéma du système de localisation Argos

Argos est un système mondial de localisation et de collecte de données. Il permet le suivi des migrations d’oiseaux, la cartographie des courants marins, la gestion des flottes de pêche et le suivi du transport de produits dangereux. Les déplacements d’une bouée, d’un bateau, d’un animal ou de toute plate-forme équipée d’un émetteur Argos sont suivis avec une précision de 300 mètres, partout dans le monde. Les satellites en orbite basse (850 Km) retransmettent les messages vers des stations au sol. À un instant donné, chaque satellite voit toutes les balises situées dans un cercle de 5000 Km de diamètre. En moyenne, les satellites voient chaque balise pendant dix minutes à chaque passage. Plus la balise est proche de l’un des pôles, plus les passages des satellites sont fréquents. Les résultats peuvent être restitués sous forme de carte indiquant les déplacements de la balise ou d’une bouée dérivante. L’émetteur peut également transmettre différentes données particulières: température à la surface de la mer (SST), vitesse du vent ou rythme cardiaque d’un animal.

CHAÎNES ALIMENTAIRES EN MILIEU MARIN

Les chaînes alimentaires, en milieu marin, reposent sur le phytoplancton (de minuscules algues en suspension dans la mer). Au printemps, grâce au soleil, leur nombre augmente rapidement, produisant parfois un « bloom ». Cette végétation marine peut se développer en mer sur plusieurs centaines de kilomètres carrés. Ces algues offrent au zooplancton une nourriture 300 à 400 fois plus riche que celle qu'il trouve habituellement. Les petits crustacés pélagiques en profitent et se développent rapidement. Ce sont elles qui forment la base de la nourriture des baleines, mais aussi des poissons.



LES BALEINES EN MÉDITERRANÉE

La Méditerranée occidentale est un véritable sanctuaire marin pour les cétacés, mais elle concentre aussi un important trafic maritime. La coexistence des deux et des périodes où ce trafic est accru - et surtout se reproduit - est très importante pour limiter les causes et les risques de perturbation.

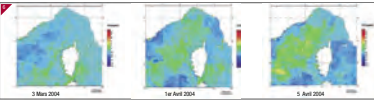
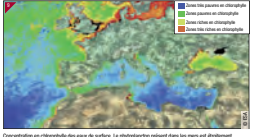
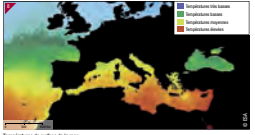
Des campagnes d'observations, faites en mer à bord de bateaux par des spécialistes et des scientifiques, ont permis de vérifier la correspondance entre l'apparition de nourriture (la biomasse et donc l'apparition de zooplancton) observée par satellite, et la présence effective d'importants groupes de baleines. Ces études ont montré que les baleines adaptent notamment leurs déplacements à la quantité de nourriture disponible.

UNE SURVEILLANCE RÉGULIÈRE PAR SATELLITE

Les ressources maritimes présentes en Méditerranée sont sujettes à des variations saisonnières et annuelles importantes. L'image satellite permet d'évaluer la quantité de biomasse (phytoplancton et zooplancton) sur une large zone et pendant de longues périodes. Pour cela on doit mesurer, depuis l'espace, les concentrations de chlorophylle et les variations des températures de la surface de la mer.

Il y a un décalage de temps entre les pics de chlorophylle et le développement du zooplancton. Ainsi, l'analyse des images satellites permet de prévoir les zones favorables où les baleines ont des chances de se regrouper.

La couleur des océans est déterminée par l'interaction de la lumière du soleil avec les substances et les particules présentes dans l'eau. La couleur en suspension est en grande partie composée de phytoplancton qui est un organisme photosynthétique contenant de la chlorophylle. Celle-ci est un pigment absorbant la lumière dans les longueurs d'onde rouge et bleu, et la transmettant dans le vert, ce qui explique sa couleur.



Ressources en ligne

www.esa.int
www.esa.int/SPECIALS/ESRIN_SITE/index.html

www.esa.int/eo
earth.esa.int/earthimages
www.earth.esa.int/education
www.eduspace.esa.int
www.cnes.fr

www.cnes-edu.org
www.spotimage.fr

MILIEU MARIN

www.planete-eau.org
www.ifremer.fr/envlit/pedagogie/index.htm
www.ifremer.fr/envlit/surveillance/rephy.htm
www.cetaces.org

IMAGES SATELLITES

earth.esa.int/cgi-bin/satimgsql.pl?search=bloom&sat=0
envisat.esa.int/level3/meris/chl1_2006.html
www.medspiration.org
dup.esrin.esa.int/ionia/medspiration/year.asp

OIES BERNACHES

www.geese.nl/gsg/Gorid.htm
www2.dmu.dk/CoastalZoneEcology/satellite/index_uk.htm

SYSTÈME ARGOS

www.cls.fr/html/argos/welcome_fr.html

Site de l'ESA (Agence spatiale européenne)
Site de l'ESRIN - Institut européen de recherches spatiales : centre de l'ESA dédié à l'Observation de la Terre
Site de l'Observation de la Terre de l'ESA
Galerie d'images satellitaires de l'ESA
Site éducation de l'ESA
Site éducatif de l'Observation de la Terre (EDUSPACE)
Site du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales)
Présentation des missions et des activités du CNES
Site éducatif du CNES
Galerie d'image de SPOT IMAGE

Écosystèmes marins / environnement

Site pédagogique de l'Ifremer

À propos du phytoplancton

Site du GREC (Groupe de Recherche sur les Cétacés)

Images de bloom par le satellite Envisat

Mesures de la chlorophylle

Mesures de température de la surface de la mer

Températures en Méditerranée. Cartes et animations

Informations détaillées sur la migration des oies bernaches (en anglais)

Suivi des oies bernaches par télémétrie (en anglais)

Site de CLS (présentation du système Argos)

Bibliographie

Les baleines : arrêter le massacre
TDC, N° 661, 1er octobre 1993
CNDP, 1993

Traquées jusque dans leur dernier refuge, débitées à la chaîne sur des usines flottantes, les baleines sont encore aujourd'hui victimes d'un massacre aussi inutile que dangereux. L'heure est venue de les laisser en paix pour que soit préservé l'équilibre écologique.

Images satellitaires



Conduite du projet pour l'ESA
Conception éditoriale
Rédaction et réalisation
Conseillers scientifiques (ESA)
Conseillers pédagogiques

Agostino de Agostini
Frédéric Létang / Patrice Desenne
Frédéric Létang
Isabelle Duvaux Béchon / Laurence Ghaye
Éric Janin / Jean Jandaly

Documentation
Graphisme
Illustrations

Valérie Massignon - XYZèbre
Boris Uzan
Philippe Bouillon - Illustratek

Production

Europimages - Alette Cremer

Dossier N°7 : Les espèces vivantes et leurs milieux

Après avoir lu et regardé attentivement le dossier, répondez aux questions suivantes :

1 – Quel est le premier maillon d’une chaîne alimentaire en milieu marin ?

Décrivez brièvement une chaîne alimentaire.

.....

.....

.....

.....

2 – Quelle source d’énergie est utilisée par le phytoplancton ? À quelle saison se développe-t-il plus rapidement ? Qu’appelle-t-on « bloom » ?

.....

.....

.....

.....

3 – Quel est le plus grand mammifère marin en Méditerranée ? Que peut-on dire de ses habitudes ?

.....

.....

.....

4 – Observez attentivement l’image satellitaire au centre du dossier. Que remarquez-vous de particulier sur la mer ?

Quels liens pouvez-vous faire avec les 3 graphiques présentés au bas de la page ?

.....

.....

.....

.....

5 – Quel lien existe - il entre la répartition du phytoplancton et la température de la mer ?

.....

.....

.....

.....

6 – Une page est consacrée aux migrations des oies bernaches. Pourquoi les oies suivent-elles le trajet inscrit en rouge sur l’image satellitaire ?

.....

.....

.....

.....

7 – Par quel moyen peut-on connaître les routes suivies par les oiseaux migrateurs ? Citez d’autres fonctions de ce système.

.....

.....

.....