S3/SVI

Module de l'Ecologie générale 1

Séance 6

Cycle de l'azote

1. Importance biologique:
   Les atomes d'azote sont nécessaires à l'élaboration des protéines, des acides nucléiques et la chlorophylle.
2. Forme utilisable par les organismes:
   Les producteurs absorbent l'azote sous forme d'ions ammonium NH_4^+ (milieu acide) et de nitrates NO_3^- (milieu basique).
3. Principal réservoir de l'azote:
   Le principal réservoir de l'azote est l'atmosphère (79% de l'atmosphère).
4. Entrée dans la partie biotique du cycle et, sortie:
   Introduction: Par les bactéries fixatrices d'azote des nodules des légumineuses et du sol, les cyanobactéries des lacs, les dépôts atmosphériques, la fixation par les orages électriques et les engrais.
   Recyclage local: La majeure partie de l'azote de l'écosystème provient de la circulation locale (décomposition des déchets organiques puis réintroduction au niveau des racines des producteurs).
   Perte: L'azote quitte l'écosystème via la vaporisation, la dénitrification et le lessivage des sols vers les cours d'eau (contribue à leur eutrophisation ou enrichissement en éléments minéraux).

L'azote, un élément nutritif limitant, fait partie des engrais.

5. Les processus biologiques de transformation et de recyclage de N_2:

L'azote atmosphérique (N_2) n'est pas directement assimilable par les plantes, il doit subir une série de transformations biologiques préalablement à son incorporation dans la matière organique. Les flux engendrés par les processus biologiques contribuent à **95%** du cycle global de l'azote.

a. Fixation: c'est la transformation de l'azote atmosphérique en azote utilisable par les plantes. Elle se fait par les bactéries fixatrices de l'azote qu'on trouve dans les **nodosités des légumineuses** et par les **cyanobactéries**.

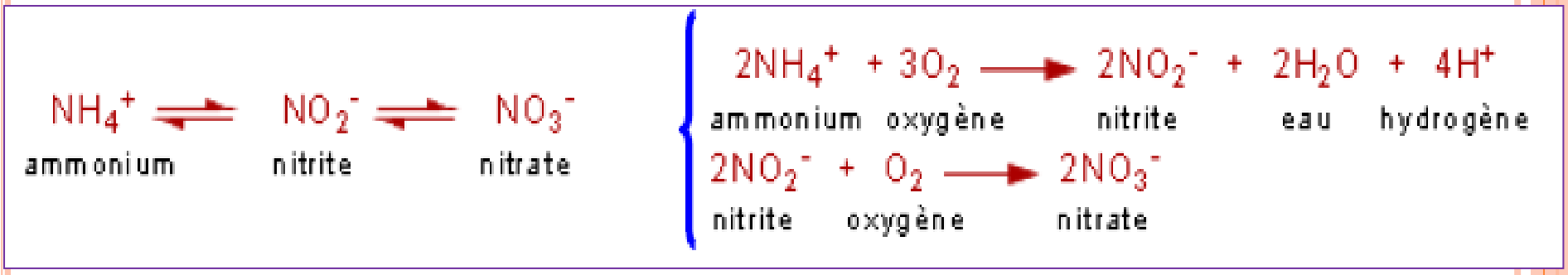


Fixation de l ’azote de l ’air

Photographie des nodosités de racines d ’une légumineuse (haricot).



b. **Nitrification**: oxydation de l'ammonium **(NH_4^+)** en Nitrite **(NO_2^-)** et Nitrates **(NO_3^-)** par les bactéries nitrifiantes. le nitrate est la forme préférentiellement utilisée par les végétaux et algues supérieures.



c. **Ammonification**: décomposition de la matière organique (protéines) en ammonium et réintroduction au niveau des racines des producteurs (95% de l'azote local).

d. **Dénitrification**: retour de l'azote à l'atmosphère sous sa forme moléculaire N_2, avec comme produit secondaire le CO_2 et N_2O grâce à des bactéries anaérobies dénitrifiantes.

NH_4^+ N_2O NO_2 **N_2** NH_3 NO_3^- NO **N_2**

1. FIXATION DE L'AZOTE
Conversion de N_2 atmosphérique en formes assimilables pour l'écosystème.

En nitrates (**NO_3^-**) par les industries (engrais).

En ammoniac (**NH_3**) :
- Par les bactéries fixatrices d'azote des nodosités des racines de certaines plantes
- Par les bactéries fixatrices d'azote du sol
- Par les cyanobactéries des écosystèmes aquatiques

2. DÉPÔTS ATMOSPHÉRIQUES
Fixation de l'azote atmosphérique en nitrates (**NO_3^-**) et en ammonium (**NH_4^+**) (orages électriques, rayons UV du soleil et infrarouges du sol), puis, déposition dans les écosystèmes par dissolution dans les eaux de pluie et sédimentation de poussières.
Représente 5 à 10 % de l'azote assimilable qui entre dans l'écosystème

3. VAPORISATION
L'ammoniac est un gaz qui peut retourner dans l'atmosphère depuis les sols dont le pH est proche de 7 . Ce NH_3 perdu par les sols peut alors devenir du NH_4^+ dans l'atmosphère et retourner aux sols dans les précipitations.

4. DÉNITRIFICATION
Réduction des nitrates en azote.
Par les bactéries anaérobies.
Dans les boues sans oxygène.

5. Libération de produits azotés par les volcans et la combustion.

Lesssivage du sol



AMMONIFICATION
Recyclage local des déchets organiques contenant de l'azote.
En ammoniac et en ammonium.
95% de l'azote local

NH_3 **AMMONIAC**
Non assimilable par les végétaux.
Capte un proton et devient de l'ammonium.

VAPORISATION

ASSIMILATION par les végétaux.
NH_4^+ et **NO_3^-**

NH_4^+ **AMMONIUM**
Absorbable directement par les plantes mais la majeure partie sert de source d'énergie aux bactéries aérobies.

NITRIFICATION

NO_2^- **NITRITES**
Les ions ammonium sont oxydés et deviennent des nitrites.
(Bactéries nitrifiantes)

NITRATES
Les nitrites sont oxydés et deviennent des nitrates. (Bactéries nitrifiantes)

NO_3^- **NITRATES**

NO_2^- **NITRITES**

NO

DÉNITRIFICATION

N_2

N_2O

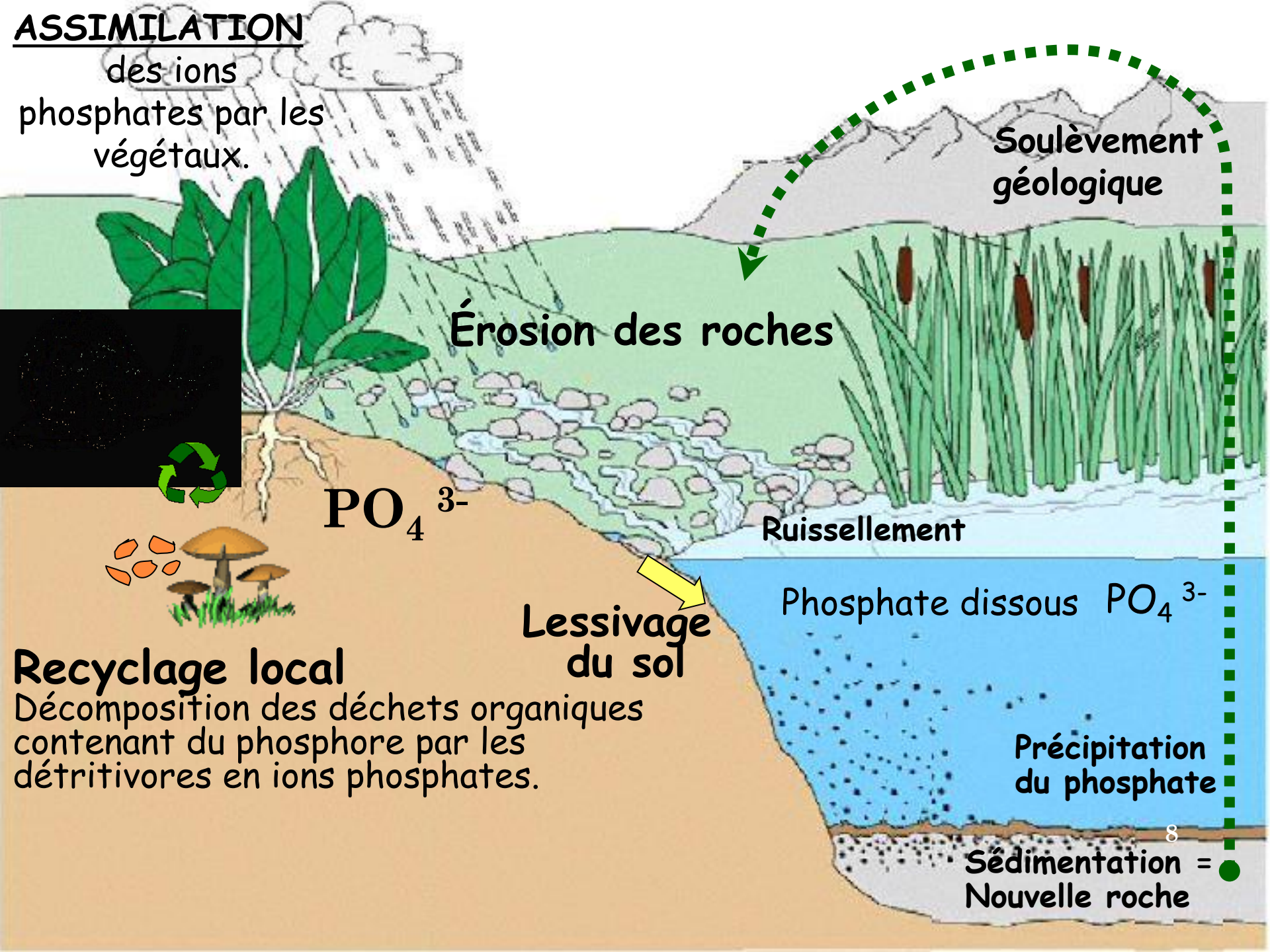
N_2

Cycle biogéochimique du phosphore

Cycle local, pas de phase gazeuse!

1. Importance biologique:
   Les organismes ont besoin de phosphore pour fabriquer leur matériel génétique (ADN et ARN), ATP, leur membranes cellulaires, leurs os et leurs dents.
2. Forme utilisable par les organismes:
   Les producteurs absorbent le phosphore sous forme d'ions phosphates (PO_4^{3-}).
3. Principal réservoir:
   Les roches sont le principal réservoir de phosphates.
4. Entrée dans la partie biotique du cycle et, sortie:
   Introduction. Par érosion des roches contenant du phosphate.
   Recyclage local. La majeure partie du phosphore de l'écosystème provient de la circulation locale (décomposition des déchets organiques puis réintroduction au niveau des racines des producteurs).
   Perte. Le phosphore quitte l'écosystème via le **lessivage** des sols vers les cours d'eau (contribue à leur eutrophisation ou enrichissement en éléments minéraux) et via la **sédimentation** des phosphates dissous dans les cours d'eaux.

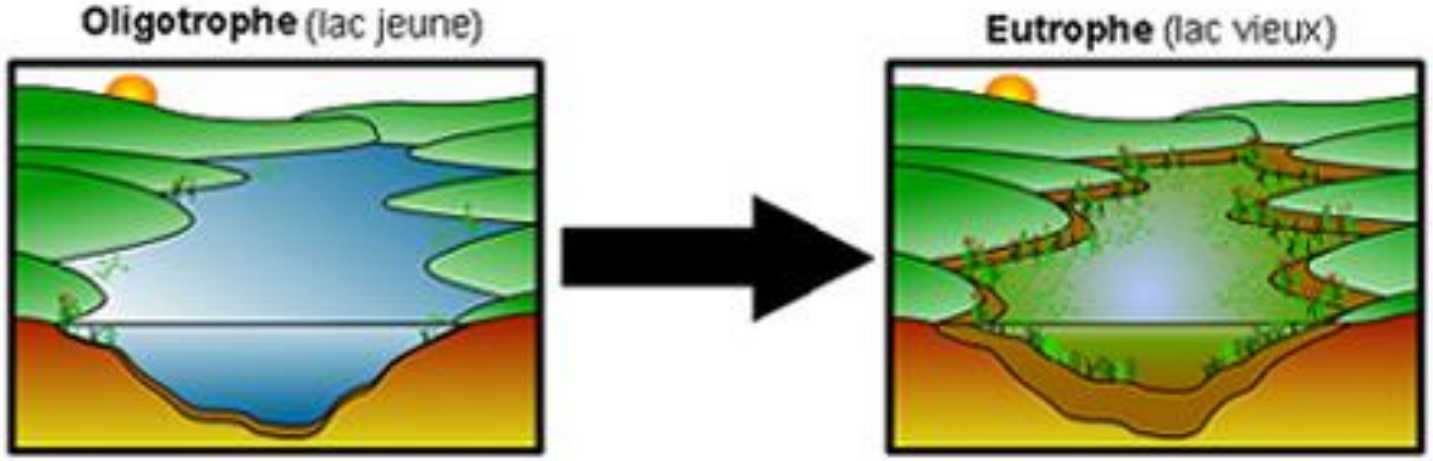
Le phosphore, un élément nutritif limitant, fait partie des engrais.


ASSIMILATION
des ions phosphates par les végétaux.
Soulèvement géologique
Érosion des roches
PO_4^{3-}
Ruissellement
Phosphate dissous PO_4^{3-}
Lessivage du sol
Recyclage local
Décomposition des déchets organiques contenant du phosphore par les détritivores en ions phosphates.
Précipitation du phosphate
Sédimentation = Nouvelle roche

PERTURBATIONS ANTHROPIQUES DU CYCLE BIOGÉOCHIMIQUE

L'**eutrophisation** est un processus naturel (en centaines ou milliers d'années) qui transforme lentement les lacs en marais, puis en prairie et finalement en forêt. Elle **est causée** par le ruissellement des territoires avoisinants qui entraîne des minéraux et d'autres déchets organiques dans le lac.

Processus naturel : **dizaines de milliers d'années**
Processus accéléré par les activités humaines : **dizaines d'années**



LAC OLIGOTROPHE

- Lac jeune
- Profond car peu de sédiments accumulés ==> eau fraîche et claire
- Pauvre en nutriments
- Peu productif ==> eau claire
- Eaux oxygénée car peu de décomposition
- Beaucoup d'espèces animales

LAC EUTROPHE

- Lac vieux
- Peu profond à cause des sédiments accumulés ==> eau chaude et peu transparente
- Riche en nutriments
- Productif ==> eau trouble
- Eau peu oxygénée car beaucoup de décomposition
- Peu d'espèces, mort de plusieurs

Processus de l'eutrophisation:

- L'accumulation des **nutriments (azote et phosphore)** dans le lac le rend de plus en plus productif. Les algues et les plantes aquatiques prolifèrent. Les cadavres des organismes devront être décomposés (au fond du lac) par les décomposeurs. Ceux-ci consomment de l'oxygène (respiration cellulaire).

- Lorsque l'équilibre est rompu parce qu'il y a trop de nutriments dans le lac, les besoins en oxygène sont dépassés et les déchets organiques commencent à s'accumuler. Le lac se comble graduellement.

- L'eutrophisation est ***accélérée*** par le ruissellement des terres déboisées, les engrais des terres agricoles, les débordement des égouts, les phosphates des savons...

CHAPITRE III
LES PRINCIPAUX BIOMES TERRESTRES ET AQUATIQUES

Biomes

Des subdivisions **latitudinales** sous forme de bandes, de l'équateur vers les pôles.

Ensemble des écosystèmes d'une aire biogéographique et nommé à partir de la **végétation** et des espèces **animales** qui y prédominent.

Biome appelé aussi **écozone** ou **écorégion**.

Biome caractérisé par un **climat** qui détermine le type de végétation.

Il n'y a pas de frontière nette entre deux biomes. Les zones de transition où se chevauchent des deux systèmes se nomment **écotones.**

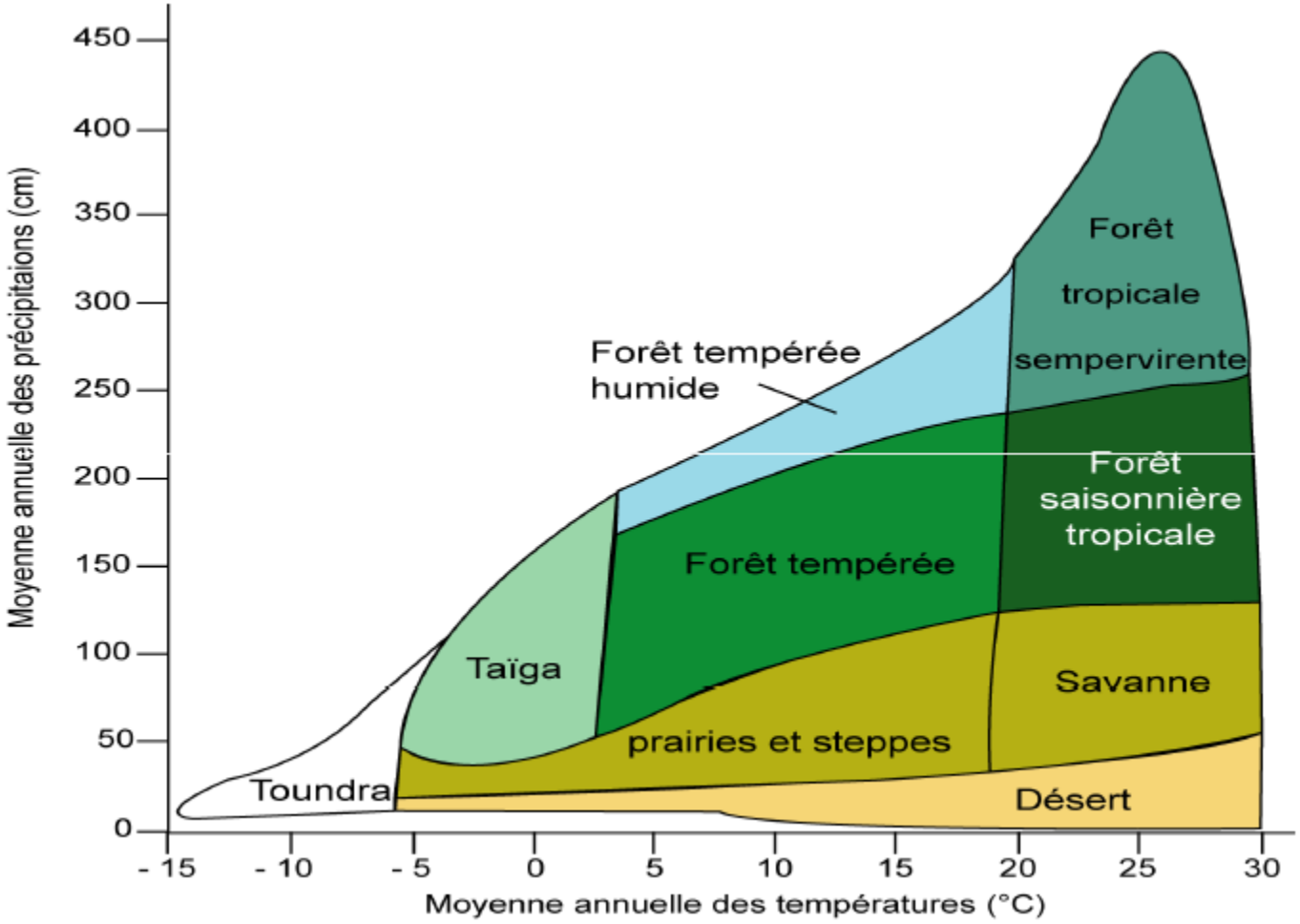
Biome: une zone climatique+ un type de plantes+un grand prédateur (Taïga: ours polaire, Savane: lion)

Deux grands types de biomes

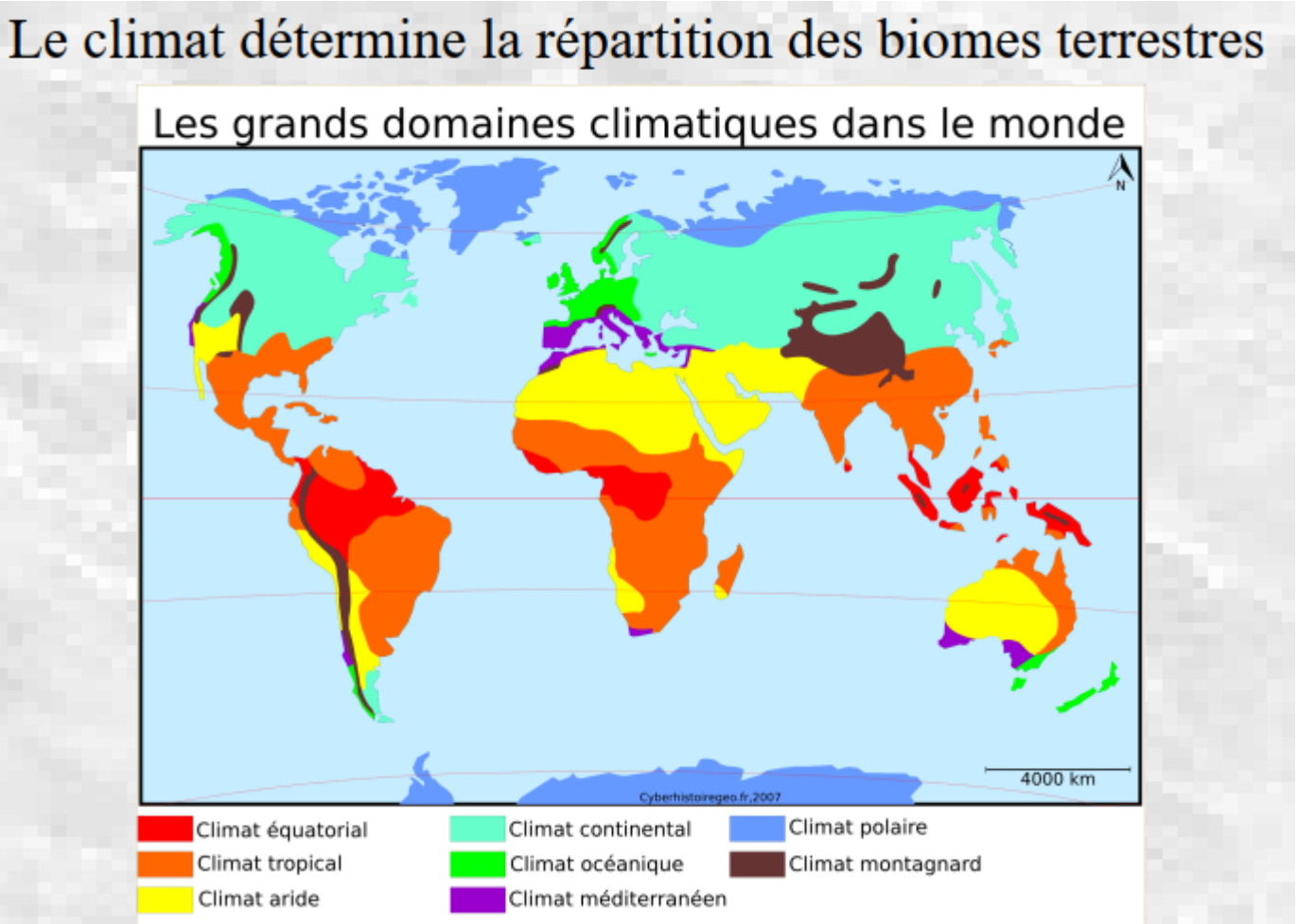
Terrestres	Aquatiques
Toundra	Lacs
Forêt boréale (forêt de conifères: Taïga)	Terres humides
Forêt tempérée	Bassins xériques
Prairie tempérée (steppe)	Cours d'eau
Savane	Deltas
Forêt tropicale humide	Estuaires
Forêt tropicale sèche	Milieu marin
Déserts	Récifs coralliens

Biomes Terrestres:

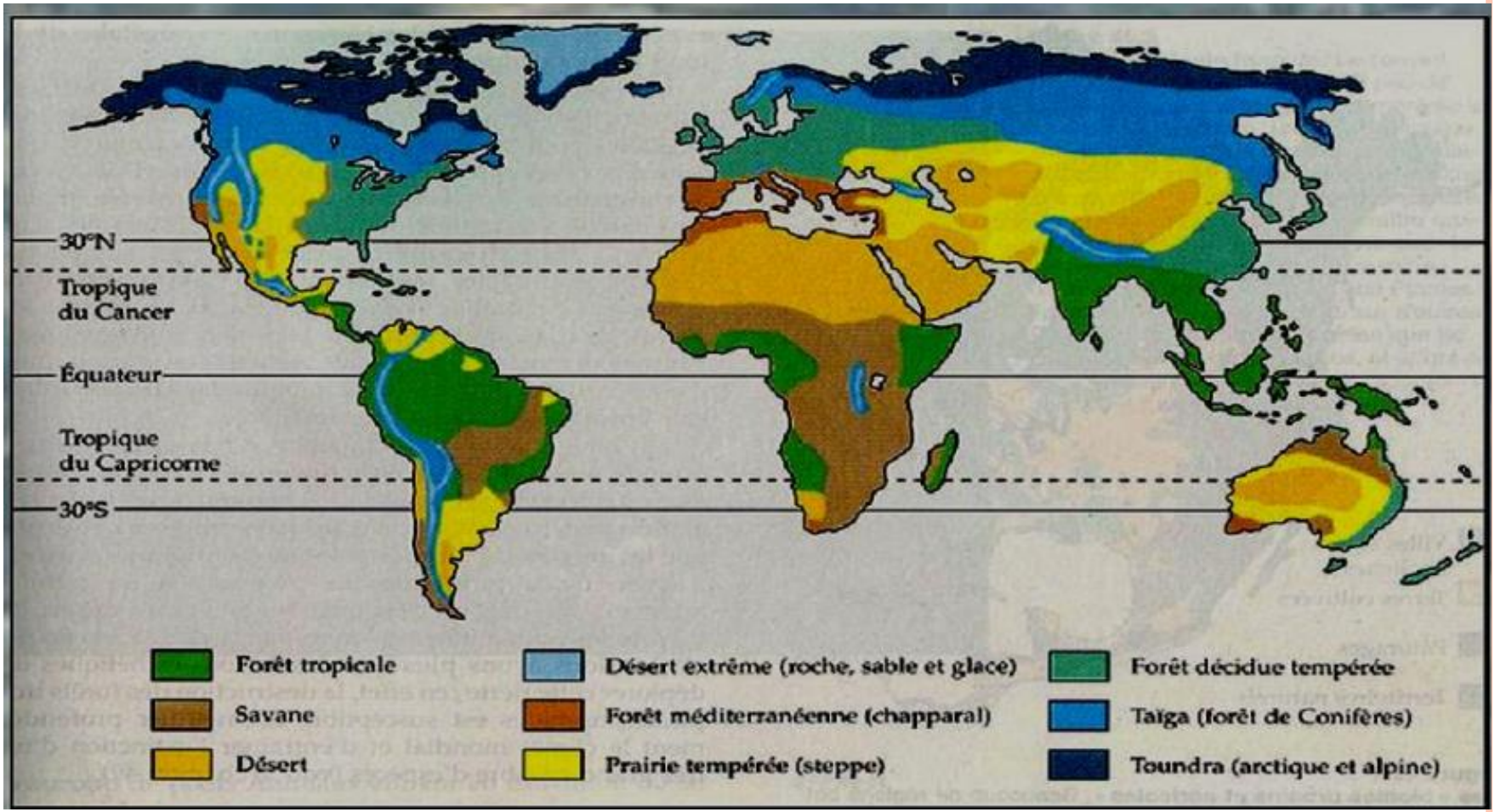
La répartition en latitude des grands biomes terrestres est conditionnée par les climats



Le climat détermine la répartition des biomes terrestres



Localisation des biomes terrestres



Biomes terrestres

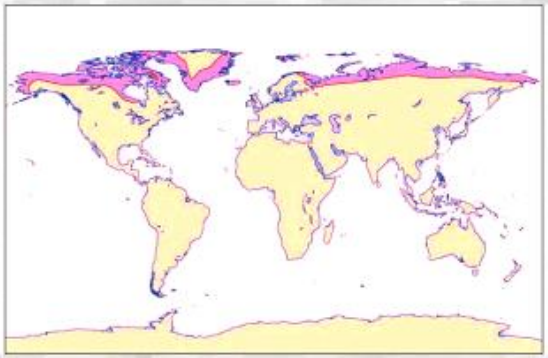
Zones froides:

Toundra (Arctique, humide)

-Mousses, graminées; plantes herbacées à feuilles larges.

-Bœufs musqués, caribous et rennes. Prédateurs: ours (*Ursus*), loup (*Canis lupus*), renard (*Vulpes*).

TOUNDRA



Précipitations :
faibles 20 à 60 cm/ an

Température :
Très froides.
-30 à 10°C en moyenne

Végétation :
Principalement herbacée, lichen, pas d'arbres



Faune :
Grands herbivores (bœufs musqués, rennes), quelques prédateurs, oiseaux en été

Particularité :
pergélisol

Zones froides:

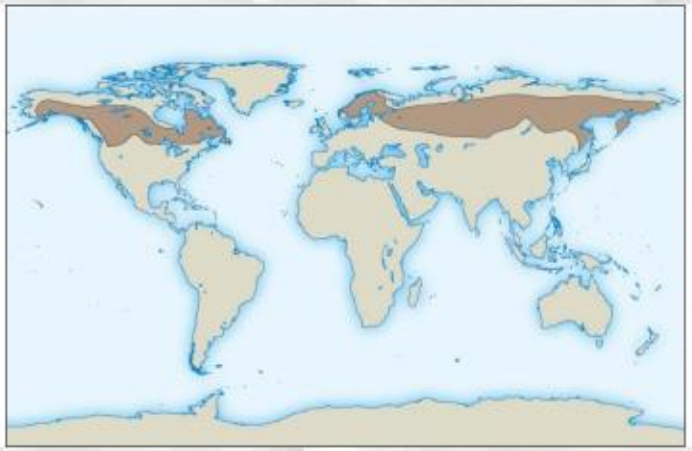
Taïga (subarctique, humide) ou forêt boréale de conifères

-Pins, sapins, pruches.

-Mammifères: orignaux (*Alces alces*), ours bruns (*Ursus arctos*), tigre de Sibérie.

FORET DE CONIFERES : TAIGA

Précipitations :
30 à 70 cm/ an, sécheresses fréquentes



Température :
Hivers froids, été assez chauds
Grande amplitude thermique -50 à +20 °C

Végétation :
Pins, Sapins et autres conifères



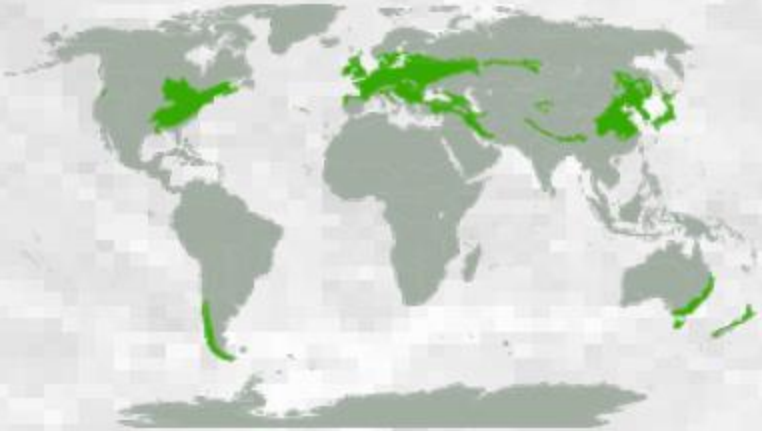
Faune :
Grande diversité de mammifères, oiseaux migrateurs, pullulation d'insectes

Particularité :
Le plus vaste biome terrestre

Zones tempérées:

FORET DECIDUE TEMPEREE

Précipitations :
70 à 200 cm/ an



Température :
Amplitude importante
0 à +35°C

Végétation :
Plusieurs strates de végétation, arbres à feuillage caduc dans l'hémisphère Nord, Eucalyptus en Australie



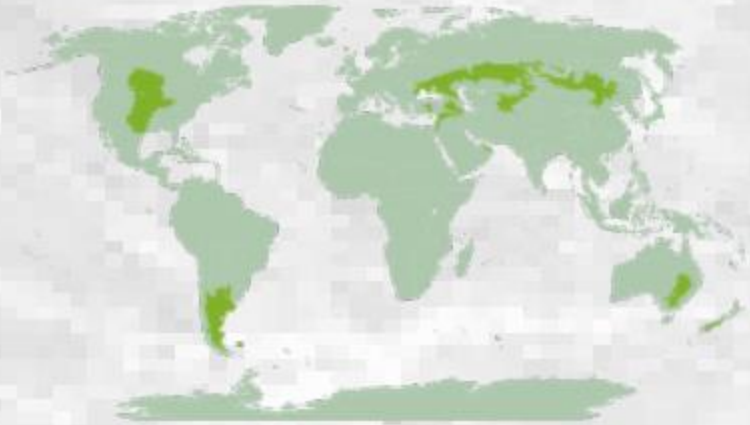
Faune :
Très diversifiée

Particularité :
Principalement dans l'hémisphère Nord

Zones tempérées:

PRAIRIE TEMPEREE : STEPPE

Précipitations :
Hivers secs et étés humides
30 à 100 cm/an
Sécheresses fréquentes



Température :
Hiver froids (-10°C) étés chauds (30°C)

Végétation :
Graminées et autres plantes herbacées, pas d'arbres



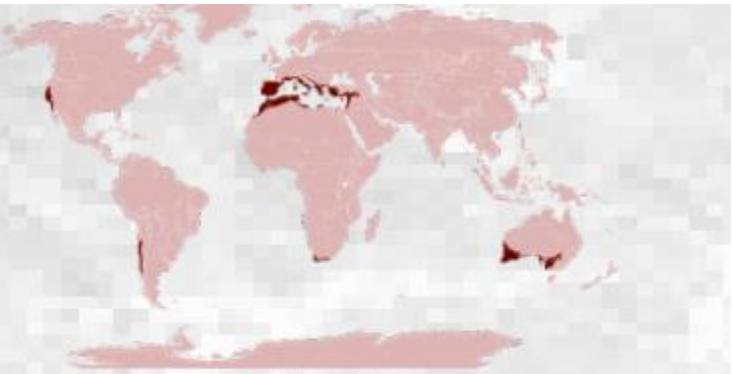
Faune :
Grands herbivores comme les bisons

Particularité :
Souvent utilisées comme terres agricoles

Zones tempérées:

Forêt méditerranéenne:
-Cerfs (*Cervus*), chèvres (*Capra*)

Précipitations :
Hivers pluvieux et étés secs
30 à 50 cm/an
Sécheresses fréquentes



Température :
Printemps, automne, hiver frais (10-12°C), étés chauds (30- 40°C)

Végétation :
Herbes, arbustes et petits arbres



Faune :
Nombreux amphibiens, oiseaux, lézards, serpents petits mammifères et insectes

Particularité :
Végétation adaptée au feu

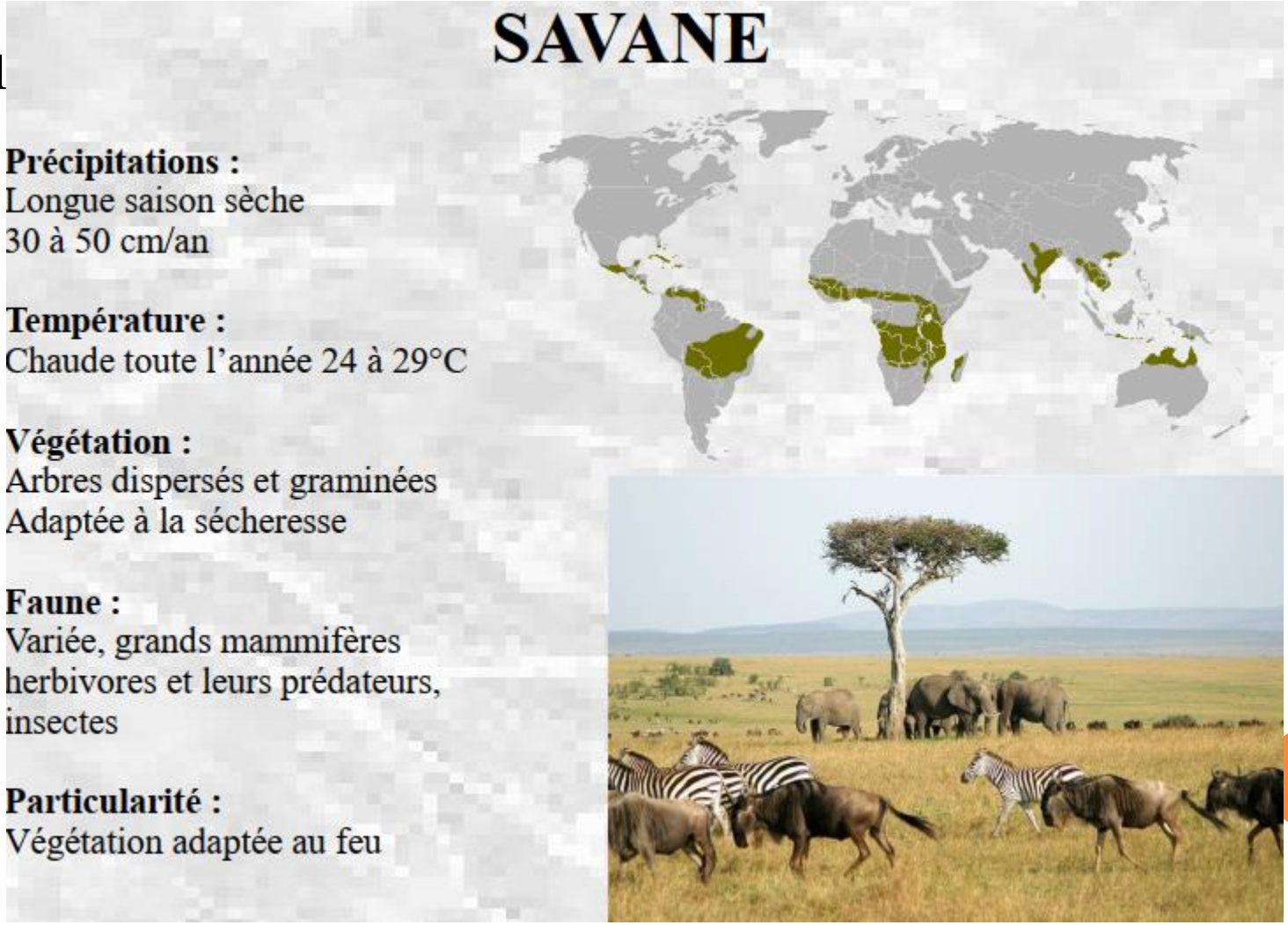
Zones chaudes:

Savane:

-Arbres épineux, graminées, petites plantes herbacées à feuilles larges.

-Mammifères herbivores: gnous (*Connachaetes*), zèbres (*Equus zebra*).

-Grand



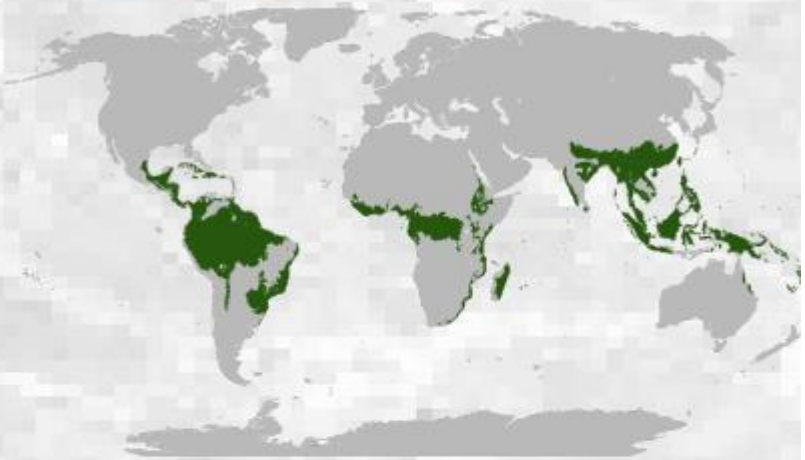
Zones chaudes:

FORET TROPICALE

Précipitations :
200 à 400 cm/an

Température :
Chaude toute l'année 25 à 29°C

Végétation :
Dense, nombreuses strates, forte compétition pour la lumière.
Plantes épiphytes



Faune :
Très riche et diversifiée

Particularité :
Le biome qui abrite la plus grande diversité d'espèces animales



Azonaux:

Les déserts et broussailles xérophytes : est un milieu caractérisé par des conditions arides. Ce biome est caractérisé par une végétation rare, basse dite xérophyte composée notamment de plantes succulentes ou grasses.

Les prairies et broussailles de montagne : biome azonal constitué de pelo

DESERT

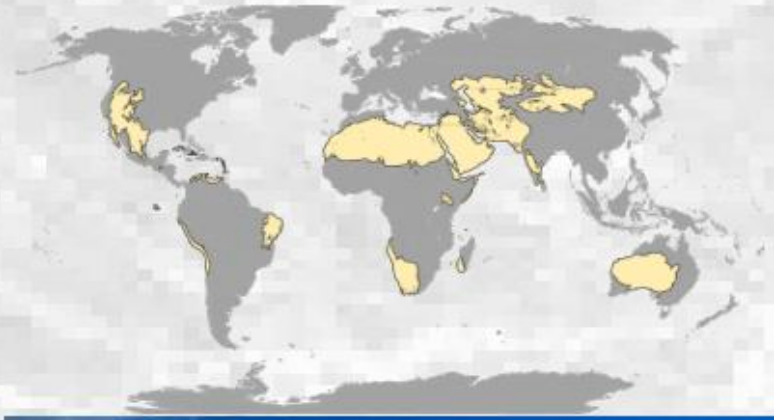
Précipitations :
Moins de 30 cm/an

Température :
Très variable en fonction des déserts et de la période -30 à +50°C

Végétation :
Basse, dispersée, cactus, euphorbes

Faune :
Petits animaux tels que lézards, serpents, insectes, arachnides, petits mammifères et oiseaux migrateurs

Particularité :
Nombreuses adaptations des plantes et des animaux à la sécheresse





Biomes aquatiques:

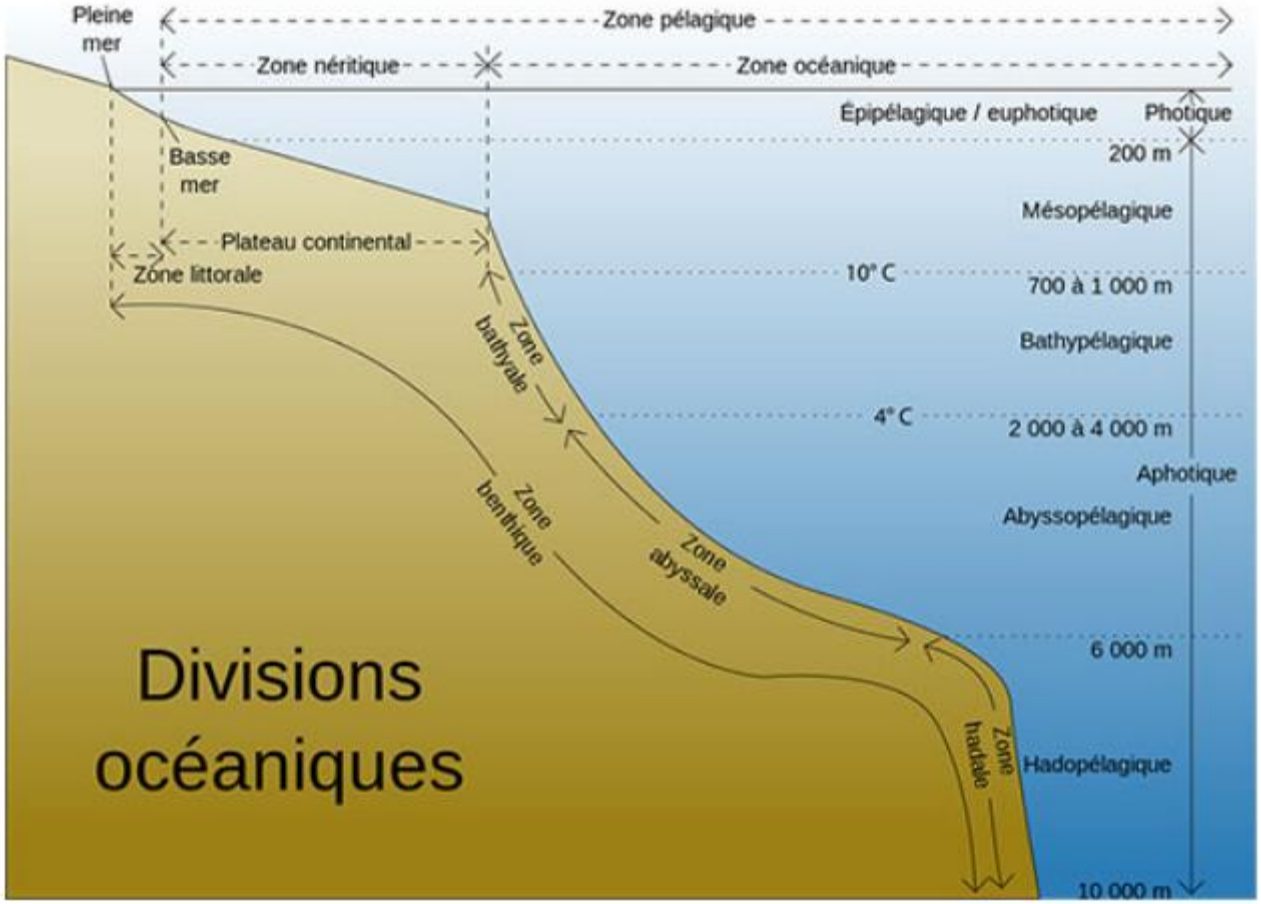
La profondeur d'eau, l'hydrologie, la chimie de l'eau, la lumière disponible et la température sont des facteurs clés en décrivant les écosystèmes aquatiques.

En fonction de la salinité, on distingue deux types de biomes: marins et dulcicoles.

- Biomes marins: salinité de **30-40g/l**.
- Biomes dulcicoles: salinité se situe atour de **1g/l**.

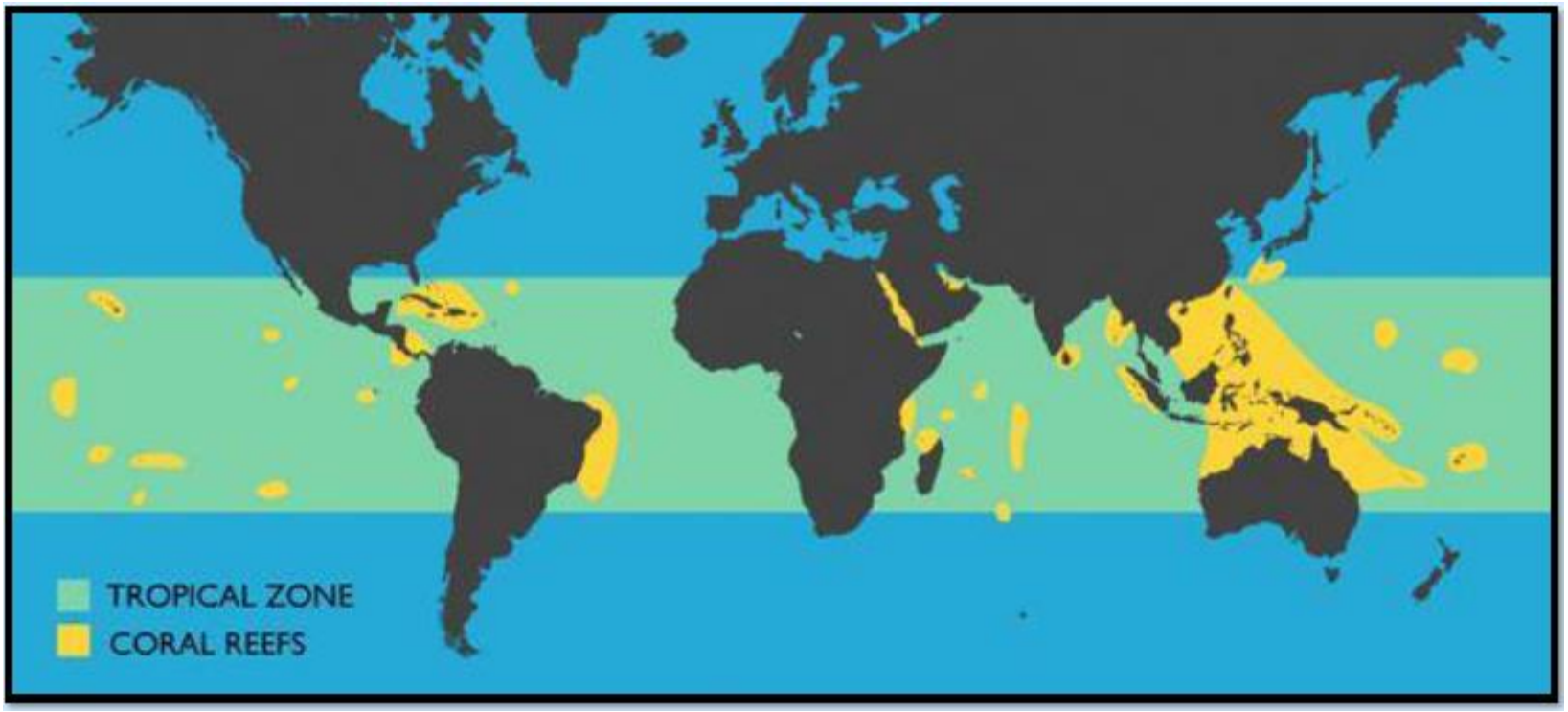
Zone pélagique: Elle est subdivisée horizontalement et verticalement. Horizontalement, on distingue les provinces néritiques (au dessus du plateau continental) et océanique (le reste). Verticalement, on distingue 5 zones.

Zone benthique: À l'exception des eaux côtières peu profondes, la zone océanique benthique ne reçoit pas de lumière solaire. Dans ce milieu, plus on s'enfonce, plus la température est basse et plus la pression est élevée. Par conséquent, les organismes qui occupent la zone très profonde, ou zone abyssale, sont adaptés à des conditions extrêmes. On distingue 3 zones.



Zone intertidale: submergée et découverte par des marées. Les concentrations de O_2 et de nutriments sont généralement élevées. Présence des algues, mollusques, échinodermes et crustacés.

Récifs coralliens: se localisent dans la zone intertropicale entre les isothermes 20 et 27 °C. Les eaux sont très limpides et calmes. Prédominance des cnidaires.



Biomes dulcicoles:

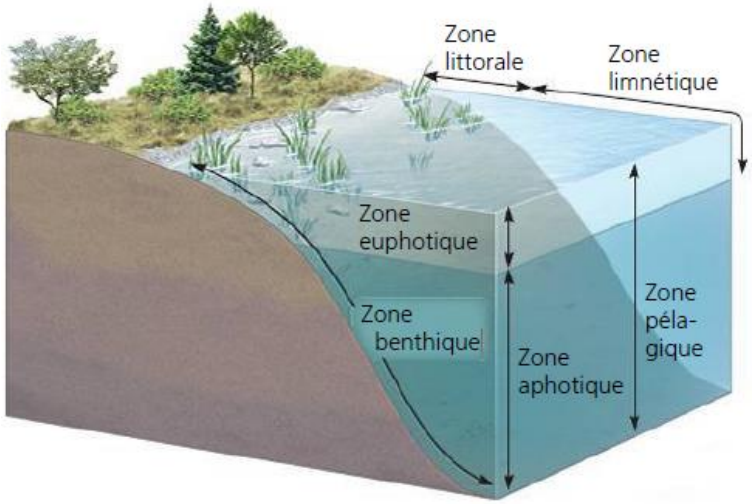
Regroupent les eaux stagnantes, courantes et continentales.

Lac:

-La répartition des communautés lacustres est fonction de la profondeur de l'eau, de la pénétration de la lumière et de la distance par rapport au rivage.

La **zone littorale** contient des plantes aquatiques et des insectes herbivores.

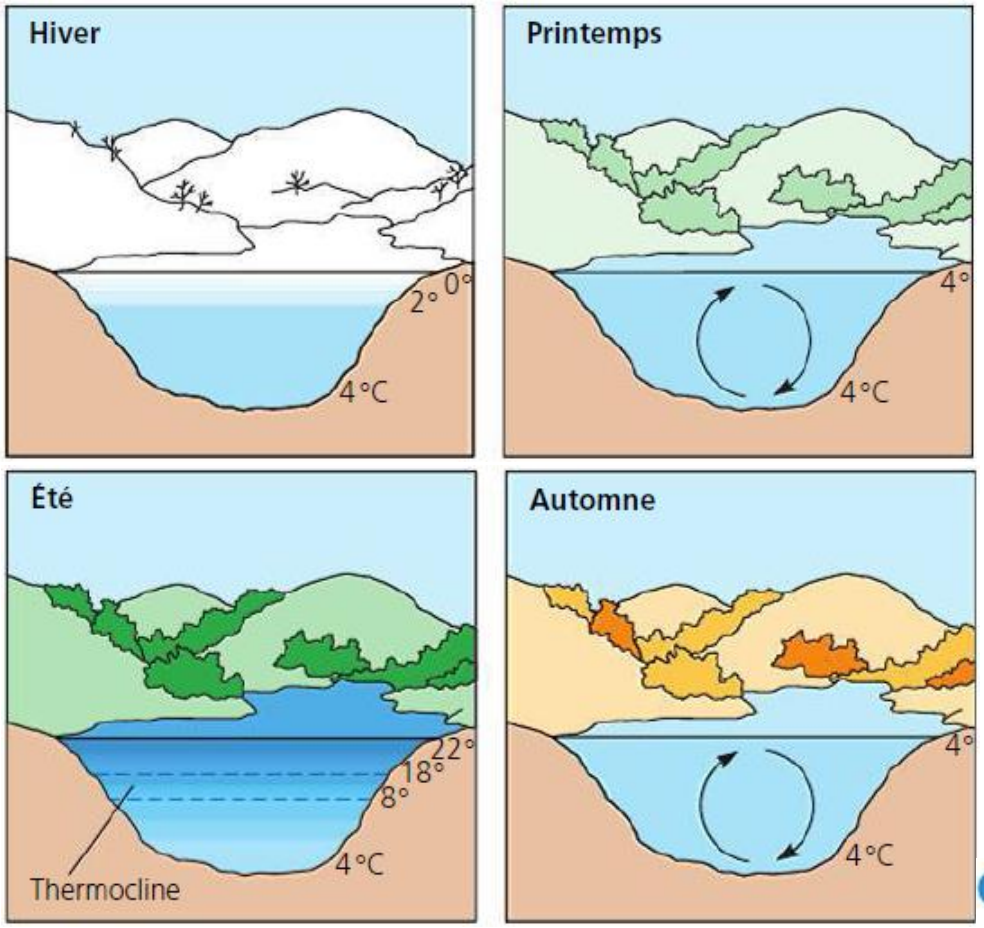
La **zone limnique** est riche en poissons et algues flottantes.



-La température de l'eau dans les lacs est particulièrement sujette à la **stratification**, surtout durant l'été et l'hiver.

-Grâce au **brassage saisonnier** ci-dessous (voir la figure), les eaux lacustres sont bien oxygénées au printemps et à l'automne ; durant l'hiver et l'été, lorsque l'eau subit une stratification thermique, la concentration de O_2 est plus faible au fond du lac et plus élevée prés de la surface.

1 En hiver, les eaux les plus froides du lac (0 °C) se trouvent juste sous la couche de glace superficielle. L'eau se réchauffe en profondeur, pour atteindre habituellement autour de 4 °C dans le fond.



2 Au printemps, la fonte de la glace amène la température de la couche superficielle à 4 °C. L'eau de cette couche superficielle se mélange aux couches froides sous-jacentes, ce qui fait disparaître la stratification thermique qui s'est établie pendant l'hiver. Les vents printaniers contribuent au brassage des eaux; ainsi, les eaux profondes reçoivent du O_2 et les eaux superficielles, des nutriments.

3 Pendant l'été, une stratification thermique réapparaît : l'eau chaude de la surface est séparée de l'eau froide du fond par la thermocline, une mince couche d'eau du lac où le gradient thermique est abrupt.

4 À l'automne, l'eau de la couche superficielle refroidit rapidement au contact de l'air froid, et s'enfonce sous les couches sous-jacentes. Les eaux du lac se mélangent de nouveau, jusqu'à ce que la surface gèle. La stratification thermique hivernale se rétablit alors.

Cours d'eau: les cours d'eau (fleuve, rivière, ruisseau) sont des biomes dulcicoles caractérisés par leur courant, dont la vitesse peut varier en fonction du relief, des conditions météorologiques et des saisons.

Terres humides: une **terre humide est un habitat inondé** au moins une partie de l'année et où vivent des plantes adaptées aux sols saturés d'eau. Certaines terres humides sont inondées de façon permanente, alors que d'autres ne le sont que périodiquement. Ces habitats regroupent les **étangs**, les **marais** et les **marécages**.

Estuaire: Zone de transition entre fleuve-océan. La salinité est variable et influencée par le cycle des marées. Enrichis par les nutriments provenant des fleuves, ils comptent parmi les biomes les plus productifs de la planète.