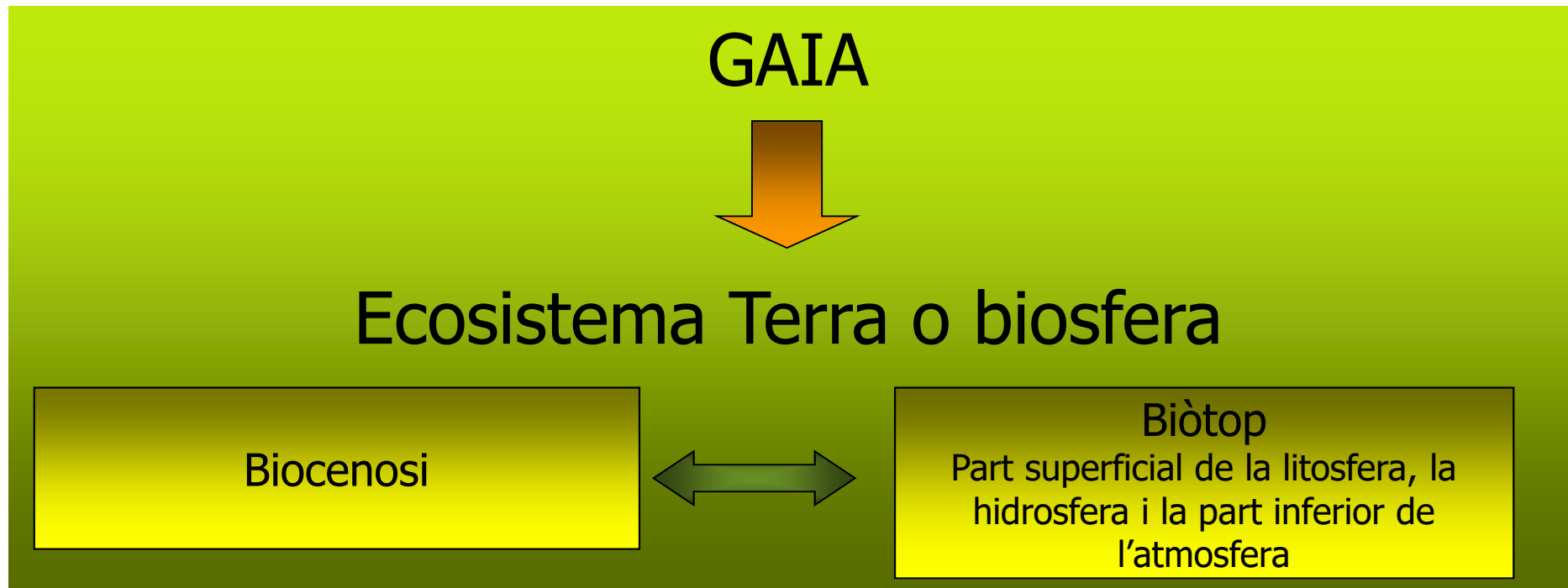


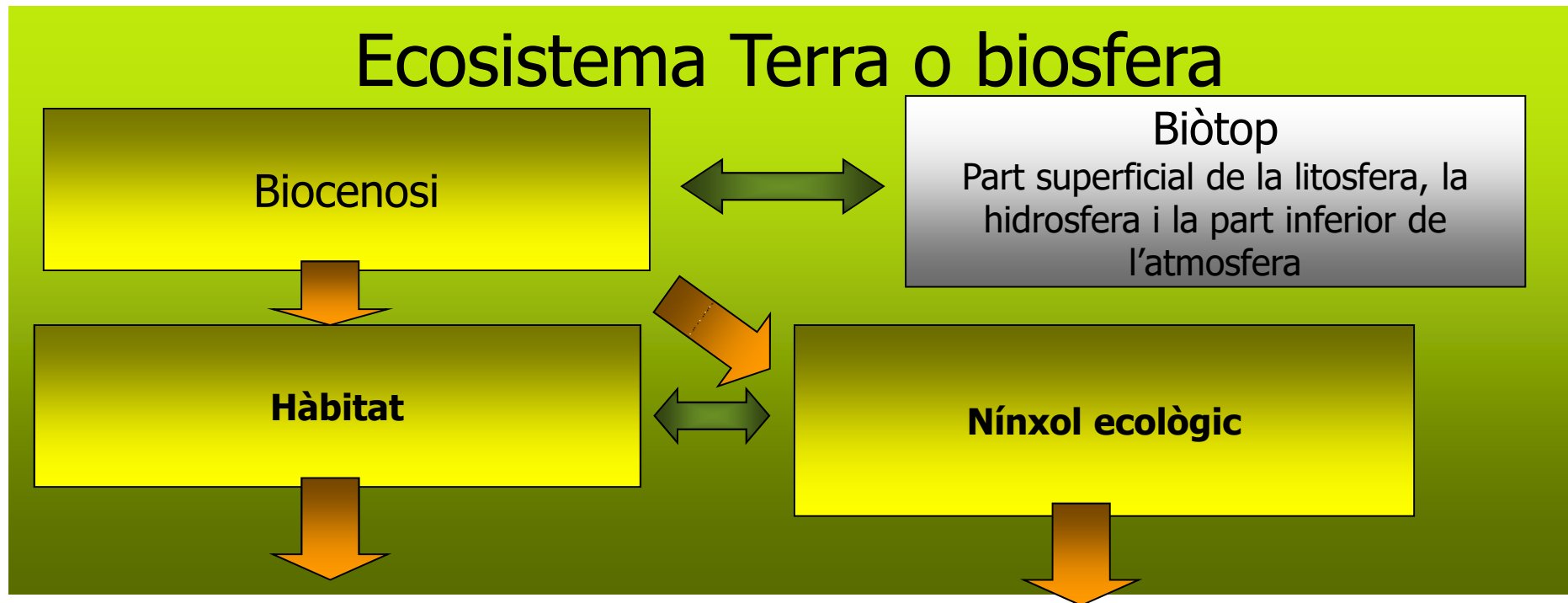
8

La dinàmica dels ecosistemes





Ecosistema Terra o biosfera



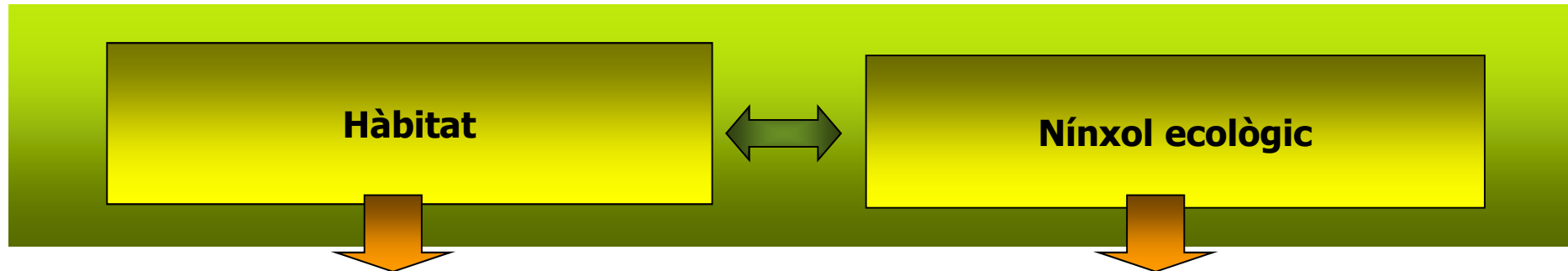
Conjunt de llocs on, a causa de les condicions fisicoquímiques ambientals, viu o pot viure una espècies.

Conjunt d'estratègies que realitza per nodrir-se, reproduir-se i relacionar-se.

Relacions i interaccions abiòtiques (amb medi físic) i biòtiques (amb els organismes) que pot establir a l'ecosistema.

Per entendre'ns, el nínxol ecològic seria l'ofici que té l'espècie a l'ecosistema.

Si dues espècies pertanyen al mateix nínxol ecològic s'estalbeix entre ells una relació de **competència**.



Espècies del mateix grup taxonòmic que ocupen hàbitats i nínxols ecològics semblants tot i que en diferents àrees biogeogràfiques



**Espècies vicàries o vicariants
Són equivalents ecològics**

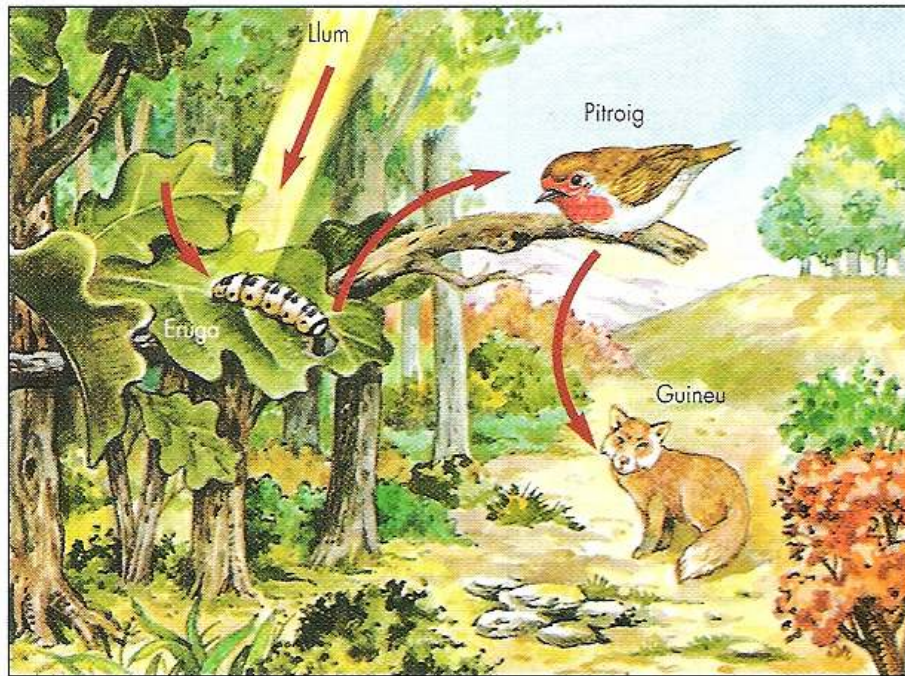


Lacerta lepida

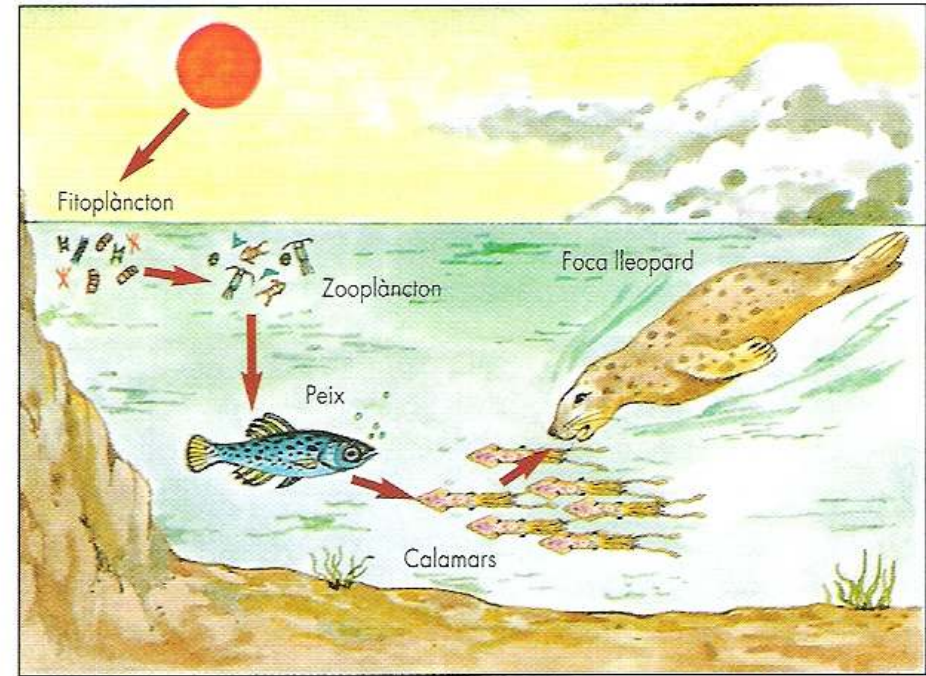


Lacerta viridis

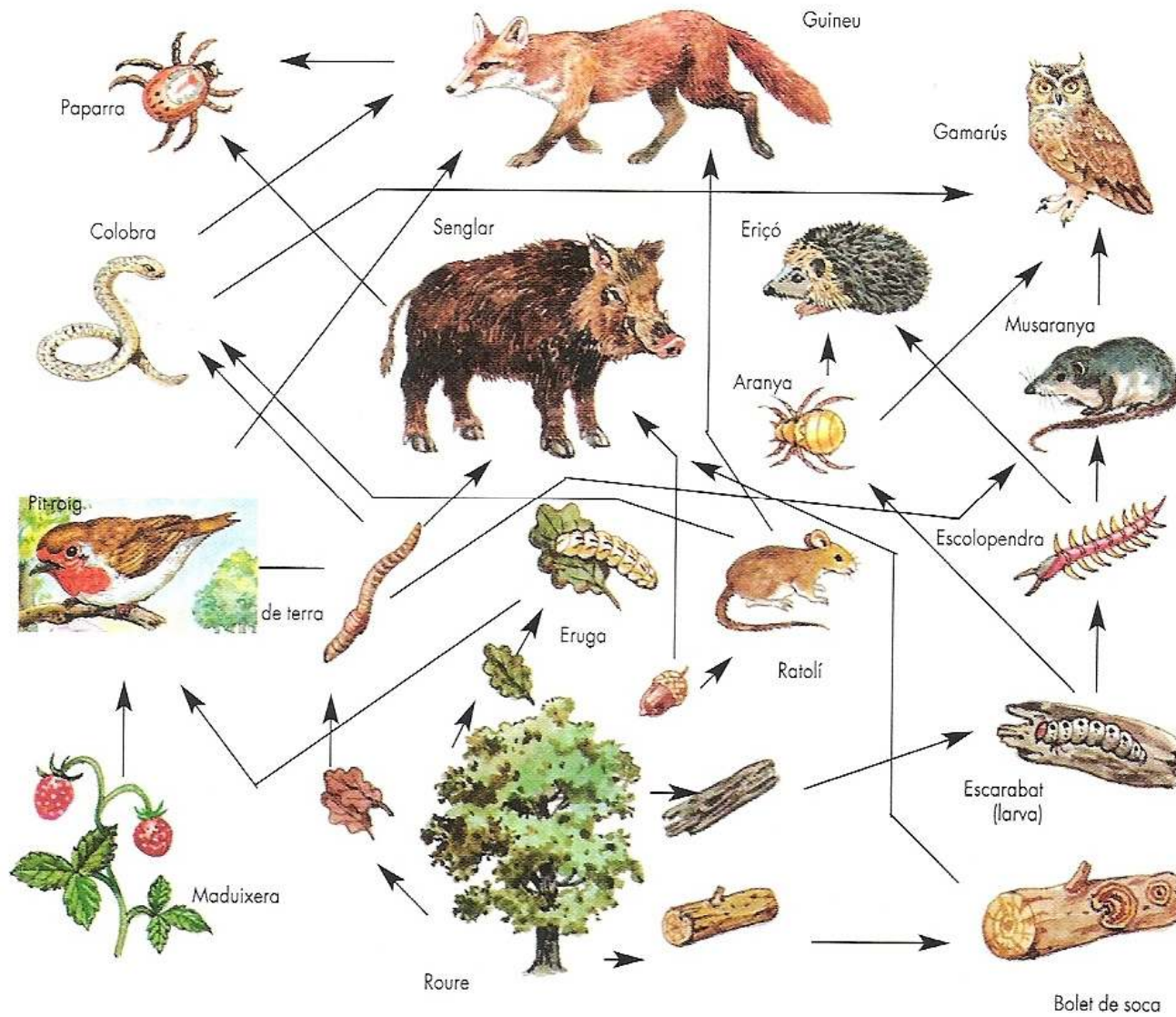
El flux de l'energia i el cicle de la matèria



Ecosistema terrestre.



Ecosistema aquàtic.



Productors
 Consumidors 1aris
 Consumidors 2aris
 Consumidors 3aris

.....

Necròfags o Carronyers
 Detritívors
 Coprofags

.....

Descomponedors
 Transformadors

*Algunes de les relacions
 d'alimentació que
 s'estableixen entre els
 organismes d'una
 roureda.*

TIPUS DE NUTRICIÓ

		Font d'energia	
		Llum (fotòtrof)	Substrats oxidables (quimiòtrof)
Font de carboni	Matèria Orgànica (heteròtrof)	Fotoheteròtrof (=fotoorganòtrof)	Quimioheteròtrof (=quimioorganòtrof)
	Matèria Inorgànica (autòtrof)	Fotoautòtrof (=fotolitòtrof)	Quimioautòtrof (=quimiolitòtrof)

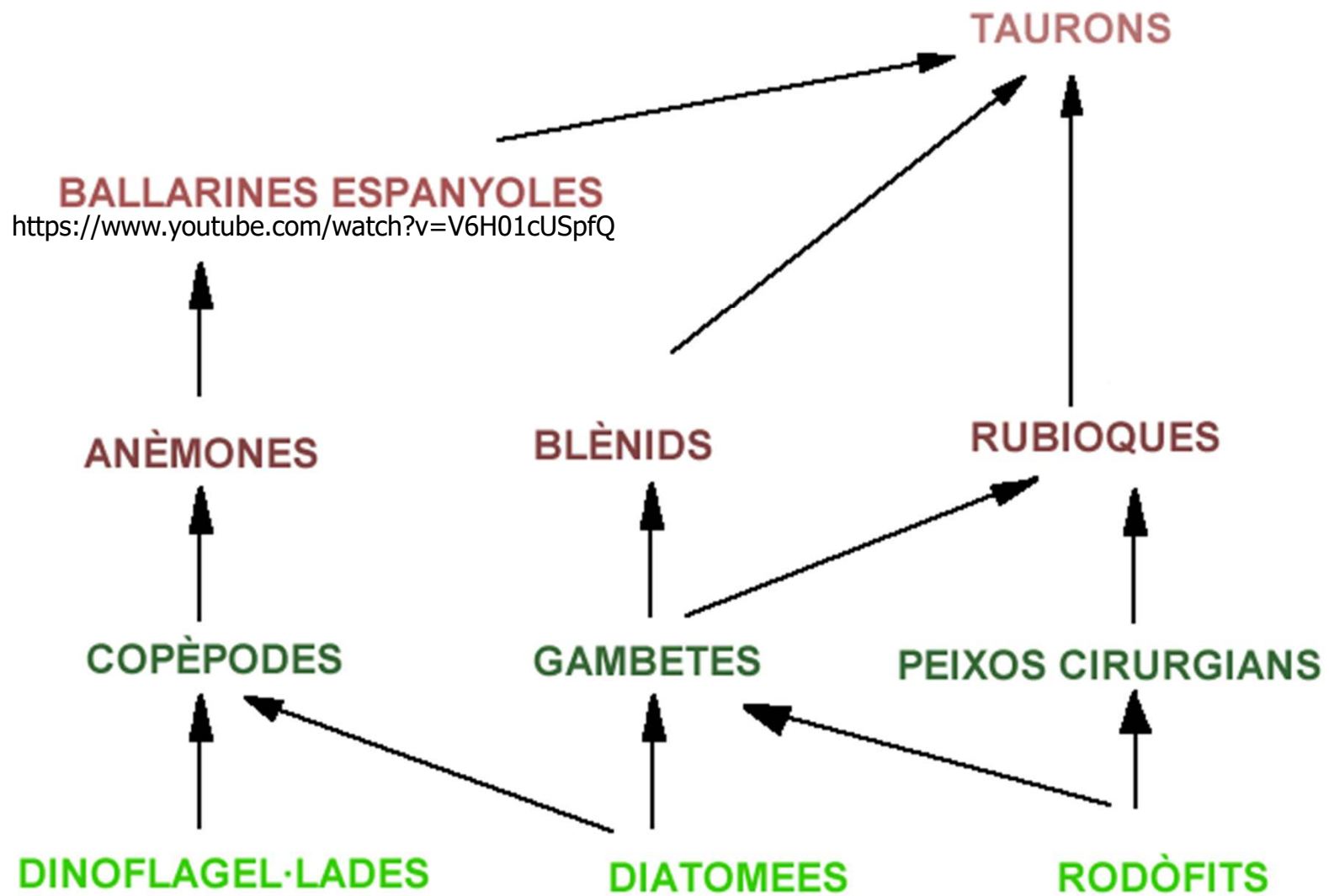
Digestió externa

Digestió interna

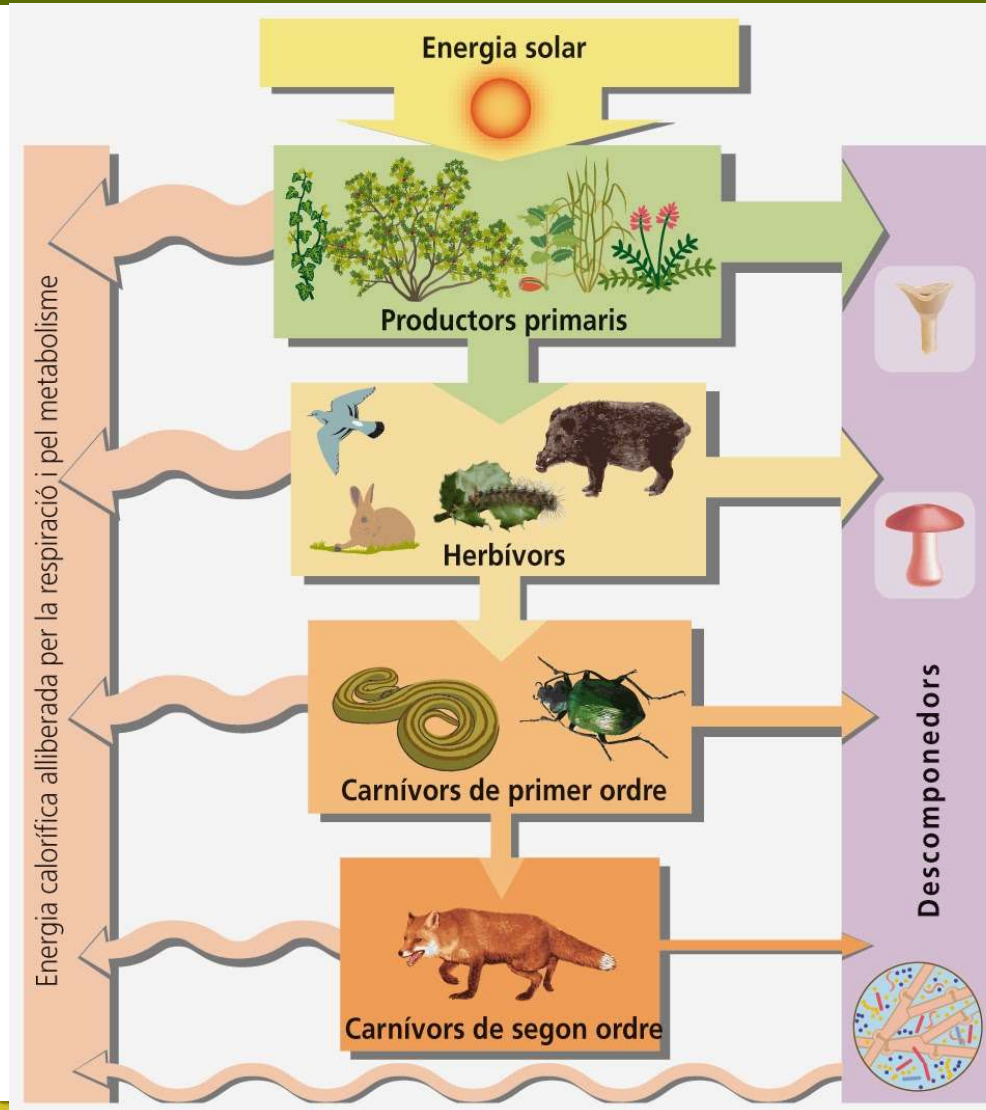
Hervíboros o fitòfags

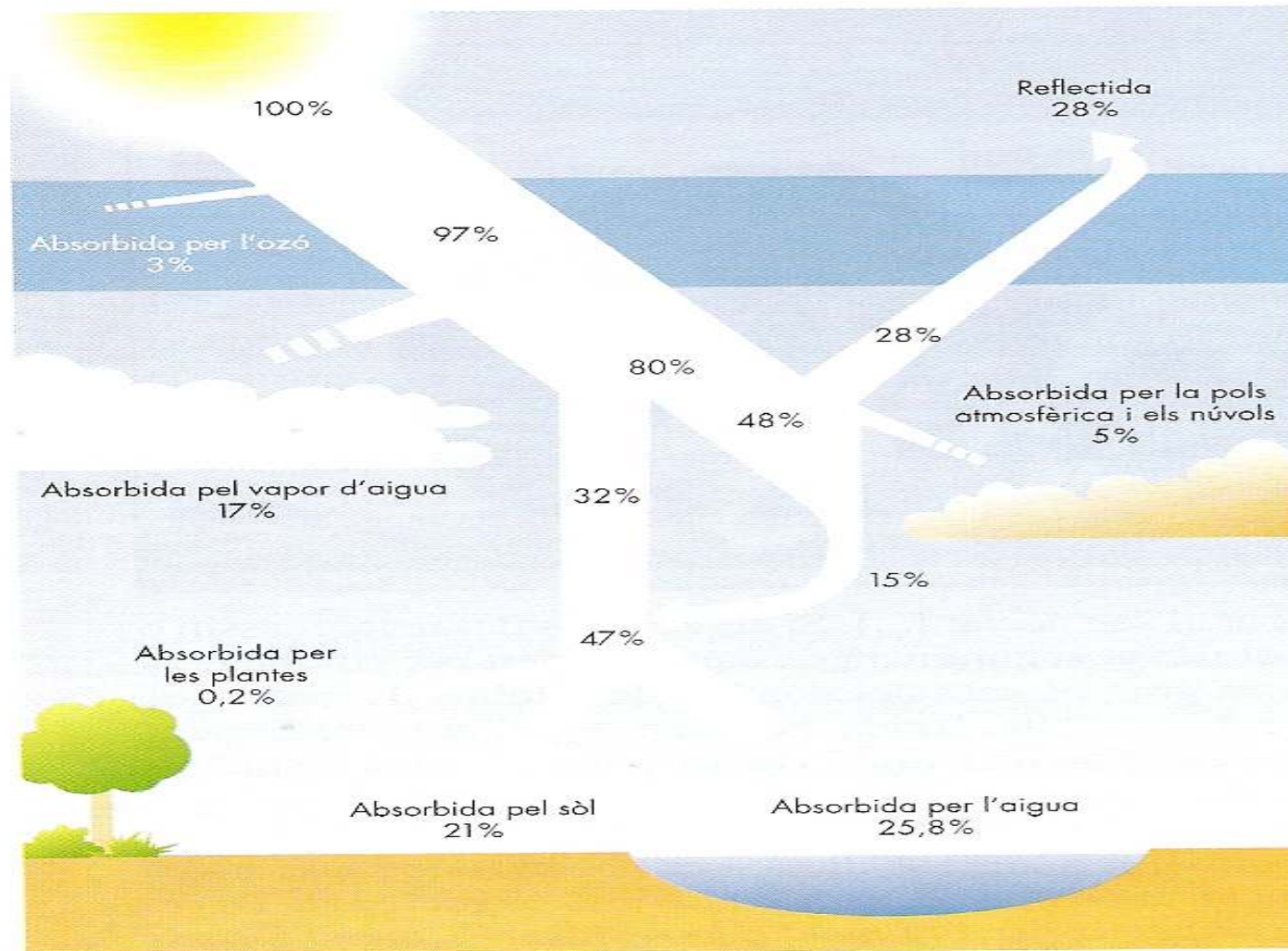
Carnívors o zoòfags

Tipus d'organismes segons el seu metabolisme	Origen (font) de l'energia	Origen (font) del carboni	Exemples d'organismes
Fotoautòtrofs	Radiació solar (llum)	CO ₂	Cianobacteris Bacteris porprats del sofre Bacteris verds del sofre Protoctists: Algues Plantes (metàfites)
Fotoheteròtrofs	Radiació solar (llum)	Matèria orgànica	Bacteris porprats no sulfuris
Quimioautòtrofs	Generalment matèria inorgànica.	Generalment CO ₂	Bacteris incolors del sofre <i>Sulfolobus</i> Bacteris nitrificants
Quimioheteròtrofs	Generalment matèria orgànica.	Matèria orgànica	Mònens: bacteris Protoctists: Protozous Fongs Animals

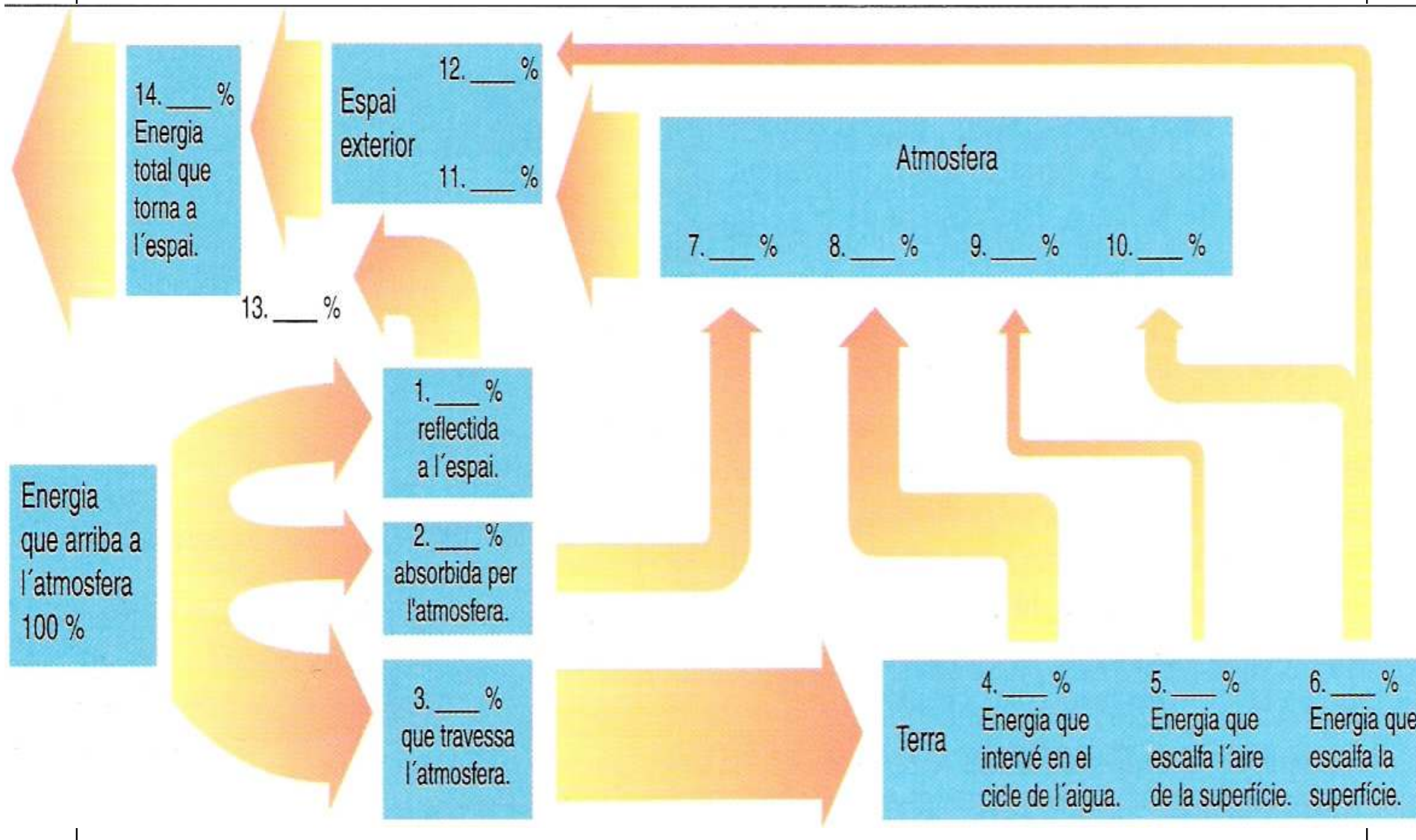


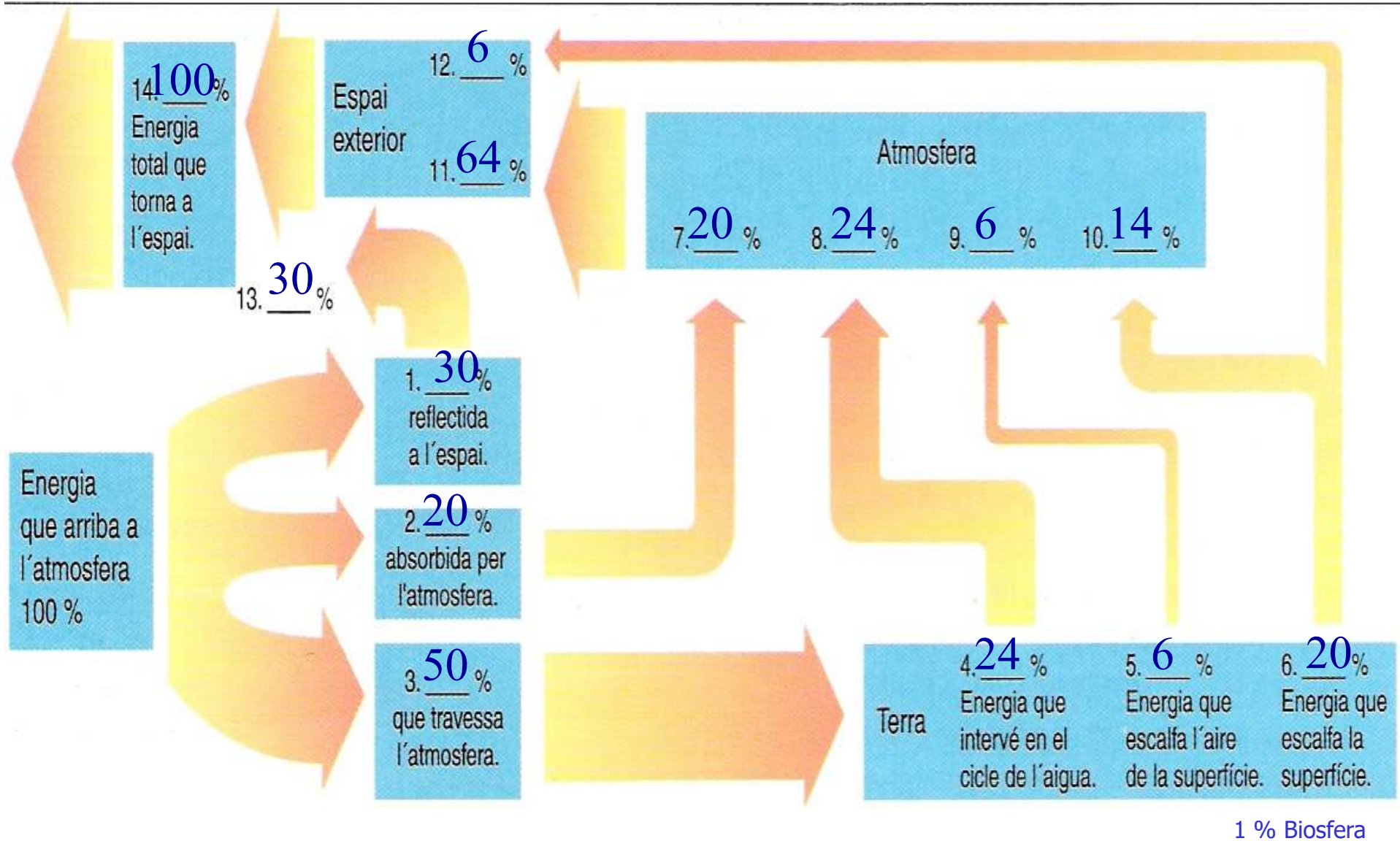
El flux de l'energia



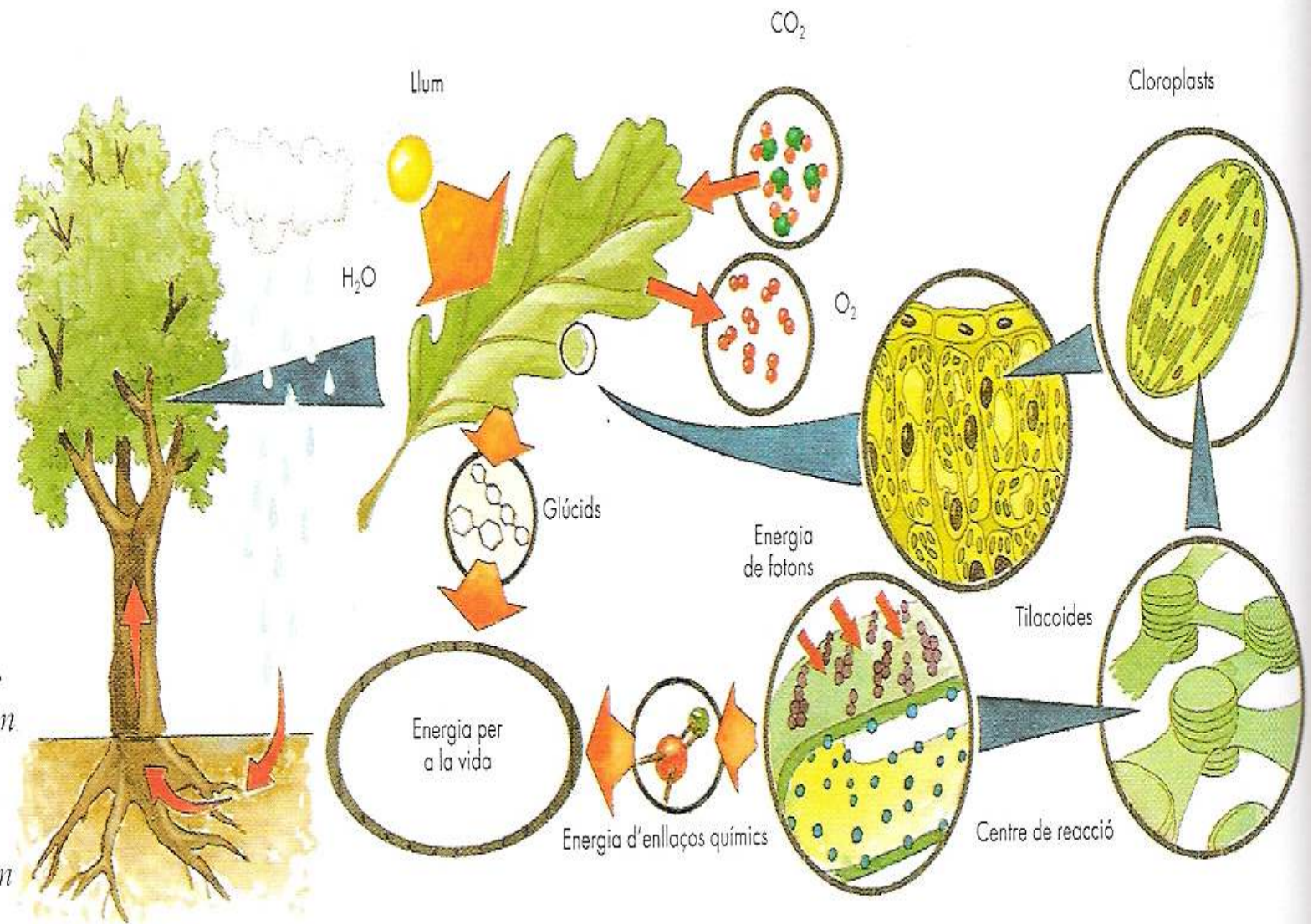


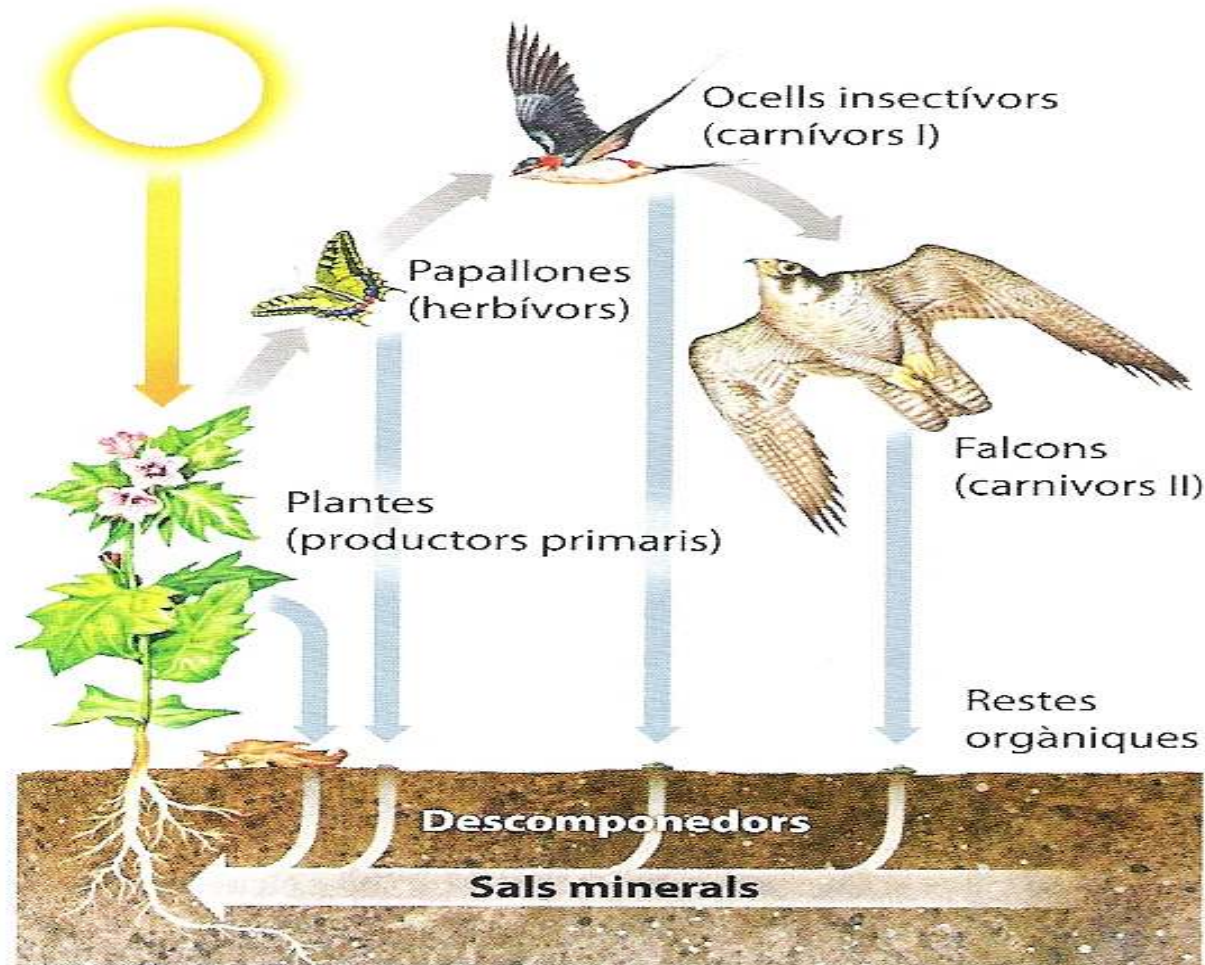
Prop del 47% (0,2 + 21 + 25,8) de la radiació solar que arriba a les capes altes de l'atmosfera incideix sobre la superfície de la Terra, però tan sols una petita part d'aquesta radiació, entre l'1 i el 2 per mil, és aprofitada pels organismes fotosintètics.





A les fulles es fabrica matèria viva. Hi arriba un flux d'aigua amb nutrients provinent de les arrels que es mobilitza gràcies a la transpiració, és a dir, a la pèrdua d'aigua per evaporació. Dins les fulles hi ha cèl·lules amb pigments fotosintetitzadors. Als cloroplasts, l'energia de la llum es transforma en energia química. Mig gram de clorofil·la podria absorbir tota la llum que incideix en un metre quadrat.





En un ecosistema tots els nivells tròfics estan relacionats i mantenen un equilibri en la producció.

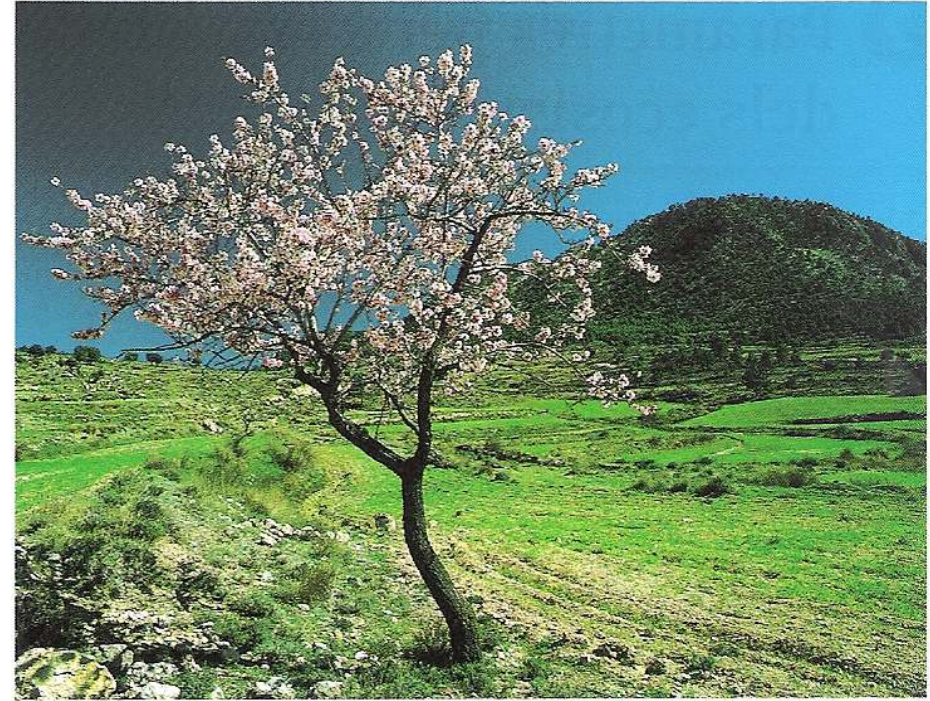
<p>Biomassa</p>	<p>La biomassa és la massa total dels organismes. Es pot referir a un determinat nivell tròfic o a tota la biocenosi.</p> <p>Se sol expressar en grams de pes sec per unitat de superfície o de volum, per exemple en g/m² o en g/l. La referència a superfície s'utilitza en les comunitats terrestres i en les bentòniques, i la referència a volum es fa servir en les comunitats pelàgiques, com ara les planctòniques.</p> <p>El pes sec és el pes sense aigua, i s'obté després d'haver deixat la mostra 24 hores a 100 °C.</p> <p>La biomassa també es pot expressar en forma de grams de carboni o de calories d'energia química emmagatzemada per unitat de superfície o de volum.</p>
<p>Producció</p>	<p>És l'augment de biomassa per unitat de temps. Es pot expressar en g/m² · dia, g/l/dia, kg/ha · any, kcal/ha · any, etc.</p> <p>Com que tots els organismes consumeixen una part de la seva biomassa durant la respiració o la fermentació que efectuen per obtenir l'energia necessària per créixer i reproduir-se, cal distingir entre producció neta i producció bruta.</p> <p>La producció neta és la diferència entre la producció bruta, és a dir, tot el que s'ha produït, i la part consumida mitjançant la respiració o la fermentació. La producció neta dóna una idea de la massa que hi ha disponible, en una unitat de temps, per ser consumida pel nivell tròfic següent, sense que perilli l'estabilitat de l'ecosistema.</p> $\text{Producció} = \frac{\text{Increment de biomassa}}{\text{Temps}}$
<p>Productivitat o taxa de renovació</p>	<p>La productivitat és la relació entre la producció i la biomassa. Aquest valor és la velocitat de renovació de la biomassa (taxa de renovació), és a dir, la proporció de biomassa que es renova per unitat de temps. Per tant, permet conèixer la proporció de biomassa que es pot retirar sense que perilli l'ecosistema, és a dir, el grau d'explotació.</p> $\text{Productivitat} = \frac{\text{Producció}}{\text{Biomassa}}$
<p>Temps de renovació</p>	<p>És el temps que ha de transcórrer perquè es renovi la biomassa, és a dir, perquè la producció iguali la biomassa. S'obté dividint la biomassa entre la producció; per tant, és el valor invers de la productivitat.</p> $\text{Temps de renovació} = \frac{\text{Biomassa}}{\text{Producció}}$
<p>Eficiència</p>	<p>L'eficiència d'un organisme és la relació entre el que ha produït i el que hi ha entrat. Generalment s'expressa en percentatge.</p> <p>Hi ha moltes maneres d'expressar l'eficiència; per exemple, en les plantes, com la relació entre l'increment de biomassa corporal (producció neta) i l'energia lluminosa incident.</p> <p>En els animals, la més objectiva és la relació entre l'increment de biomassa corporal (producció neta) i la biomassa de l'aliment ingerit.</p> $\text{Eficiència en animals} = \frac{\text{Increment de biomassa corporal (PN)}}{\text{Biomassa d'aliment ingerit}} \times 100$



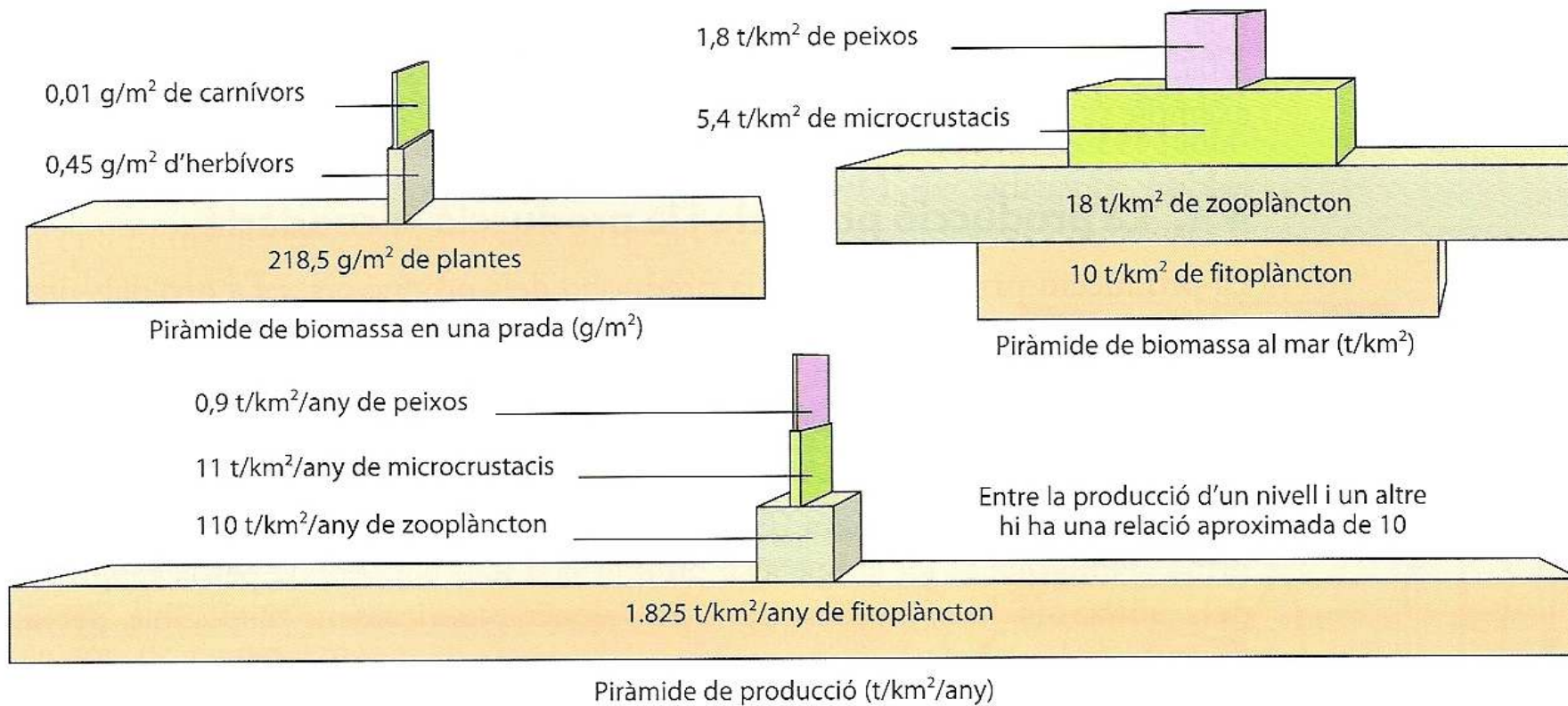
$$PN = PB - R$$

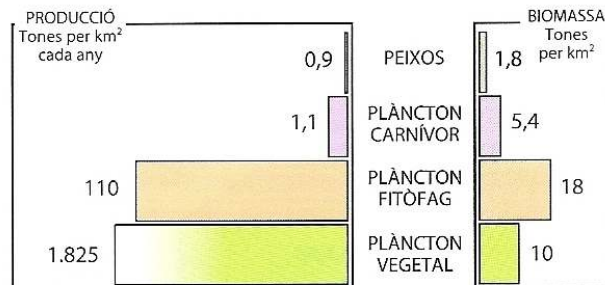
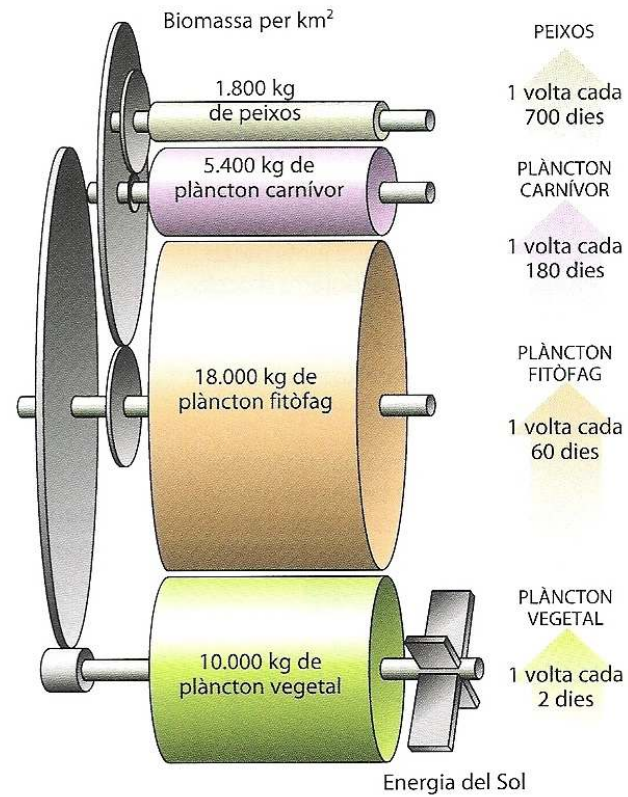


En el fitoplàncton la productivitat és molt alta. Per exemple, en unes algues unicel·lulars del plàncton que es reproduïssin cada dia, és a dir, que dupliquessin la seva massa cada 24 hores, la productivitat seria del 100%. Això significa que encara que es consumís la meitat de la biomassa cada dia, l'abundància de les algues es mantindria constant.



En els vegetals terrestres, com ara l'ametller, la productivitat mitjana oscil·la entre el 0,006 % i el 0,3 %. L'explicació és que l'ametller tan sols aporta les fulles i els fruits una vegada l'any. Per tant, la proporció entre el que se'n pot retirar i la biomassa total és molt petita.



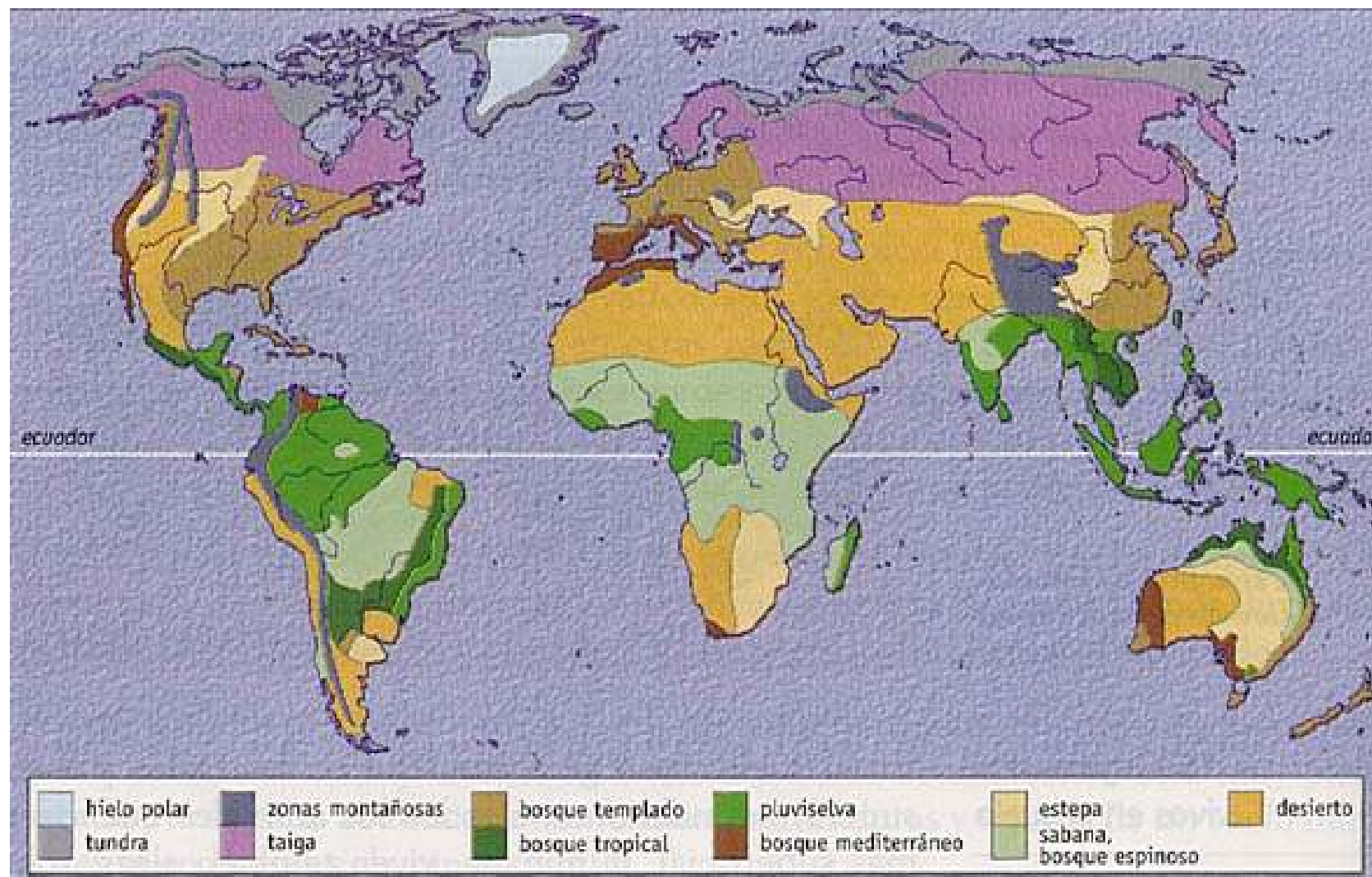


Producció i biomassa a l'ecosistema pelàgic marí.



GAIA

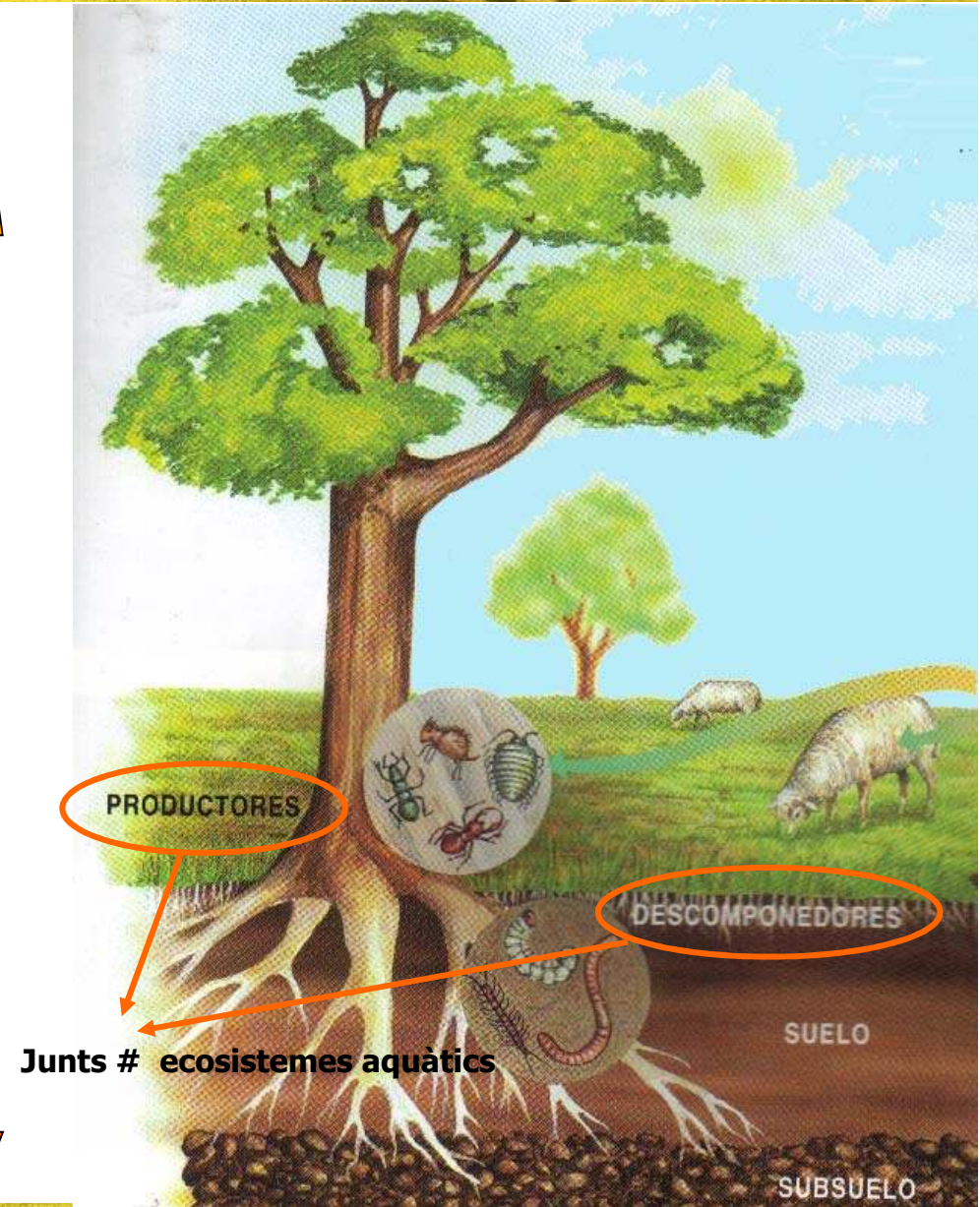
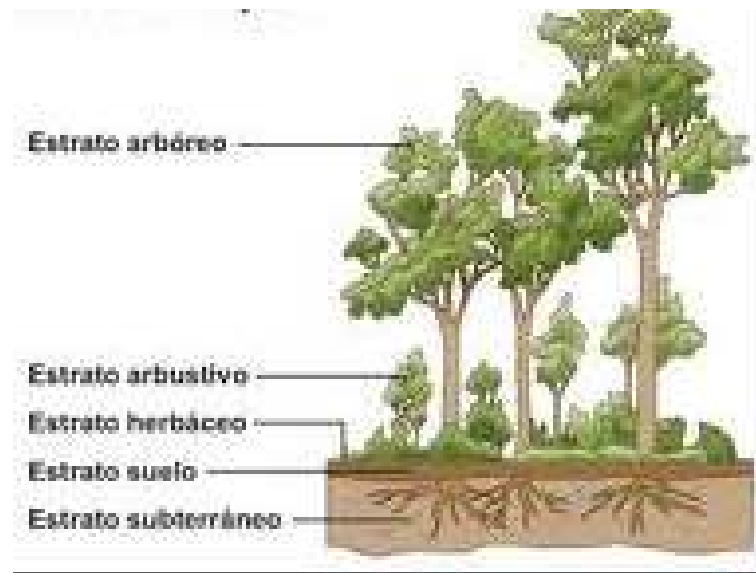
Els biomes: biomes terrestres



Ecosistemes terrestres

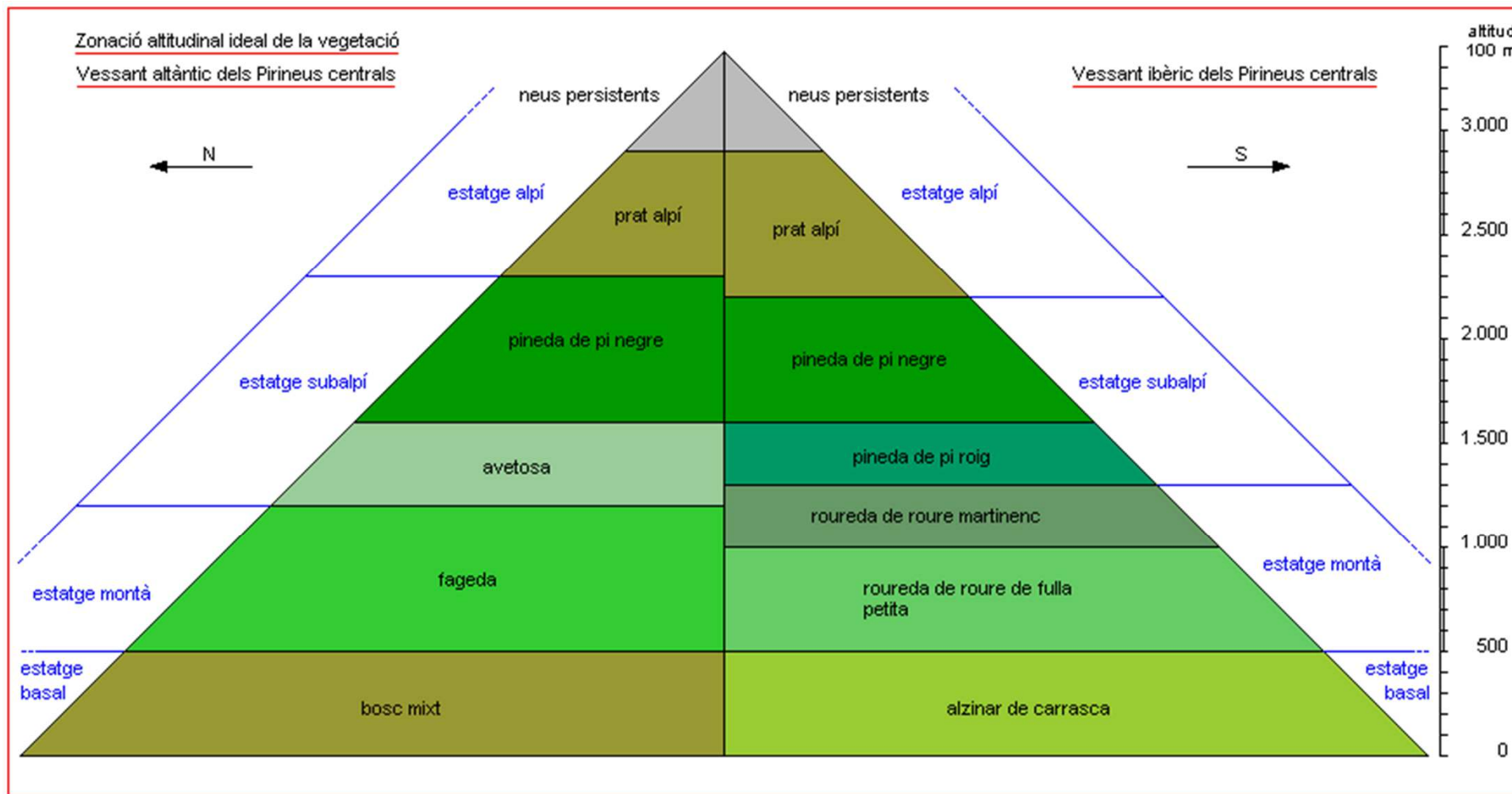
≈ 30 m

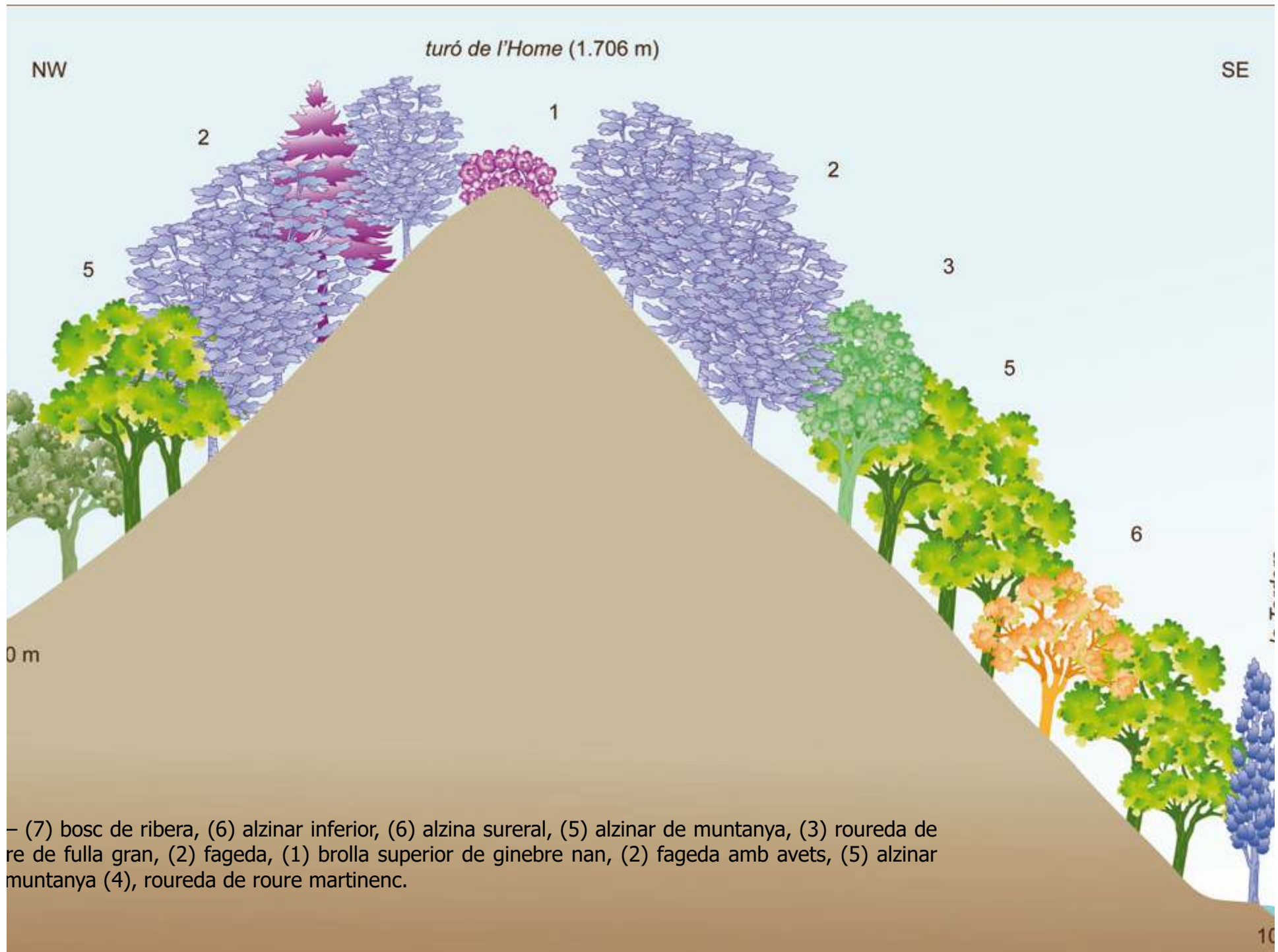
- **Competència per la llum** estructures especialitzades (troncs, plantes enfiladisses,...).
- L'aigua circula per l'interior, l'energia que la mou és el sol → **Evapotranspiració**
- Ecosistemes **molt organitzats verticalment**.



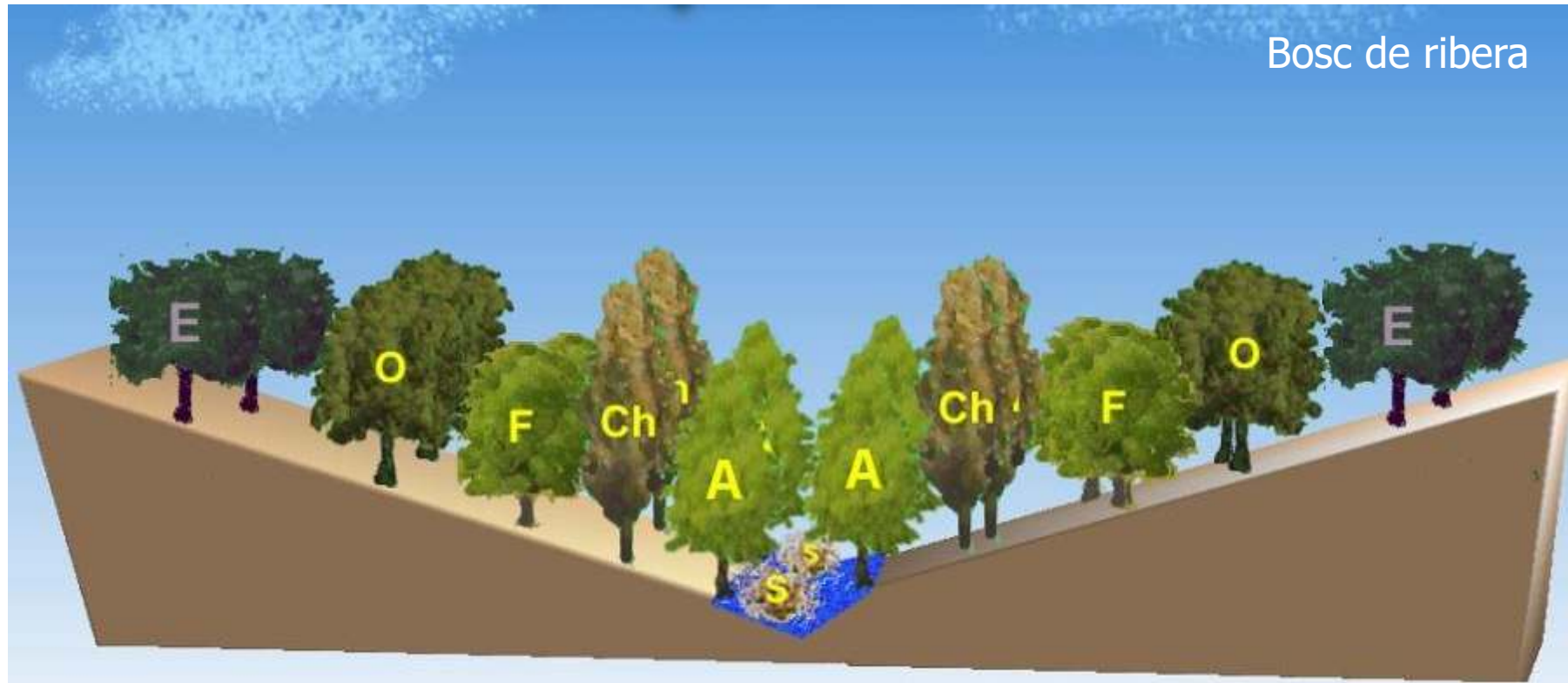
- Ecosistemes **molt organitzats horitzontal**.

Zonació

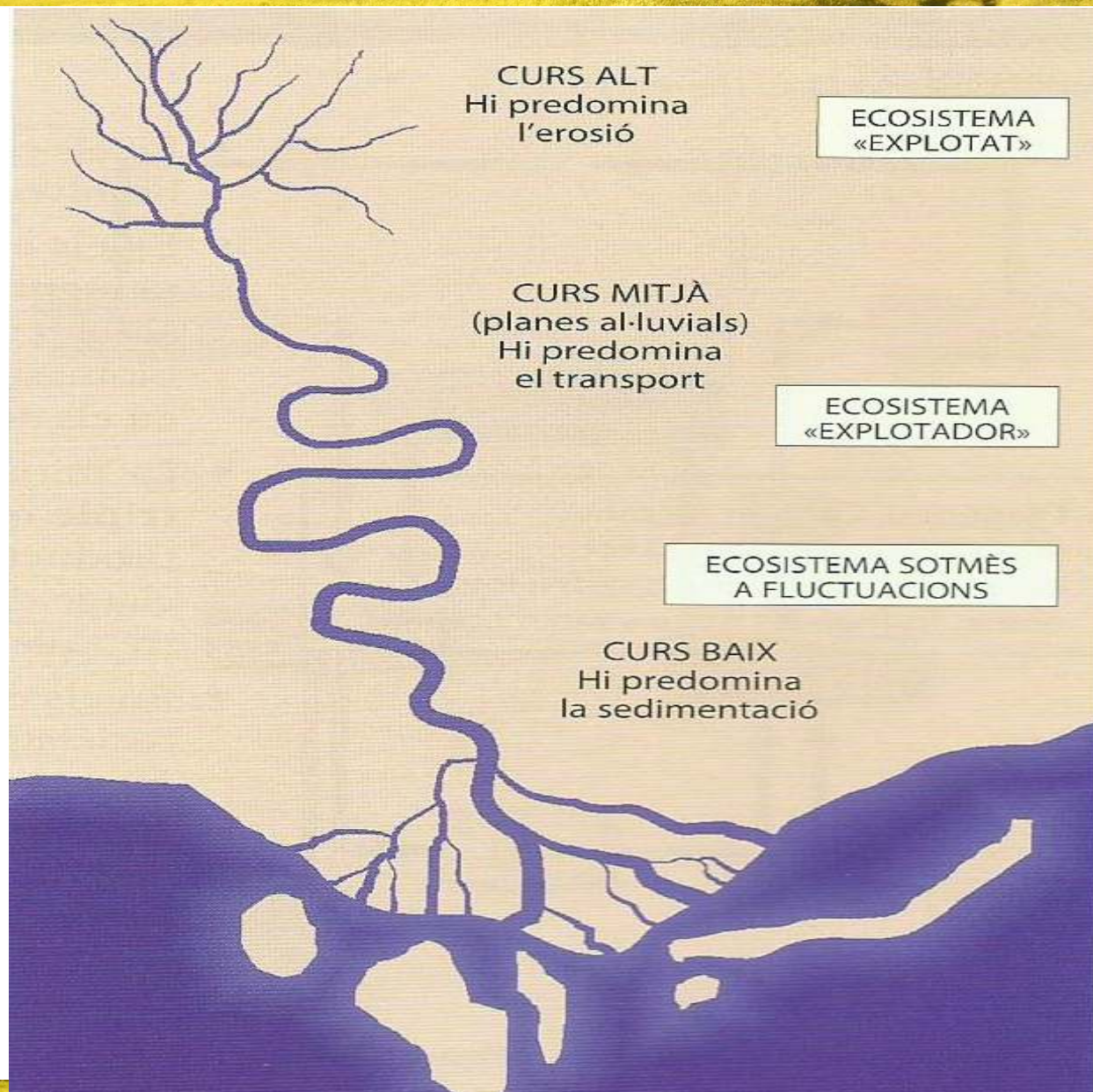




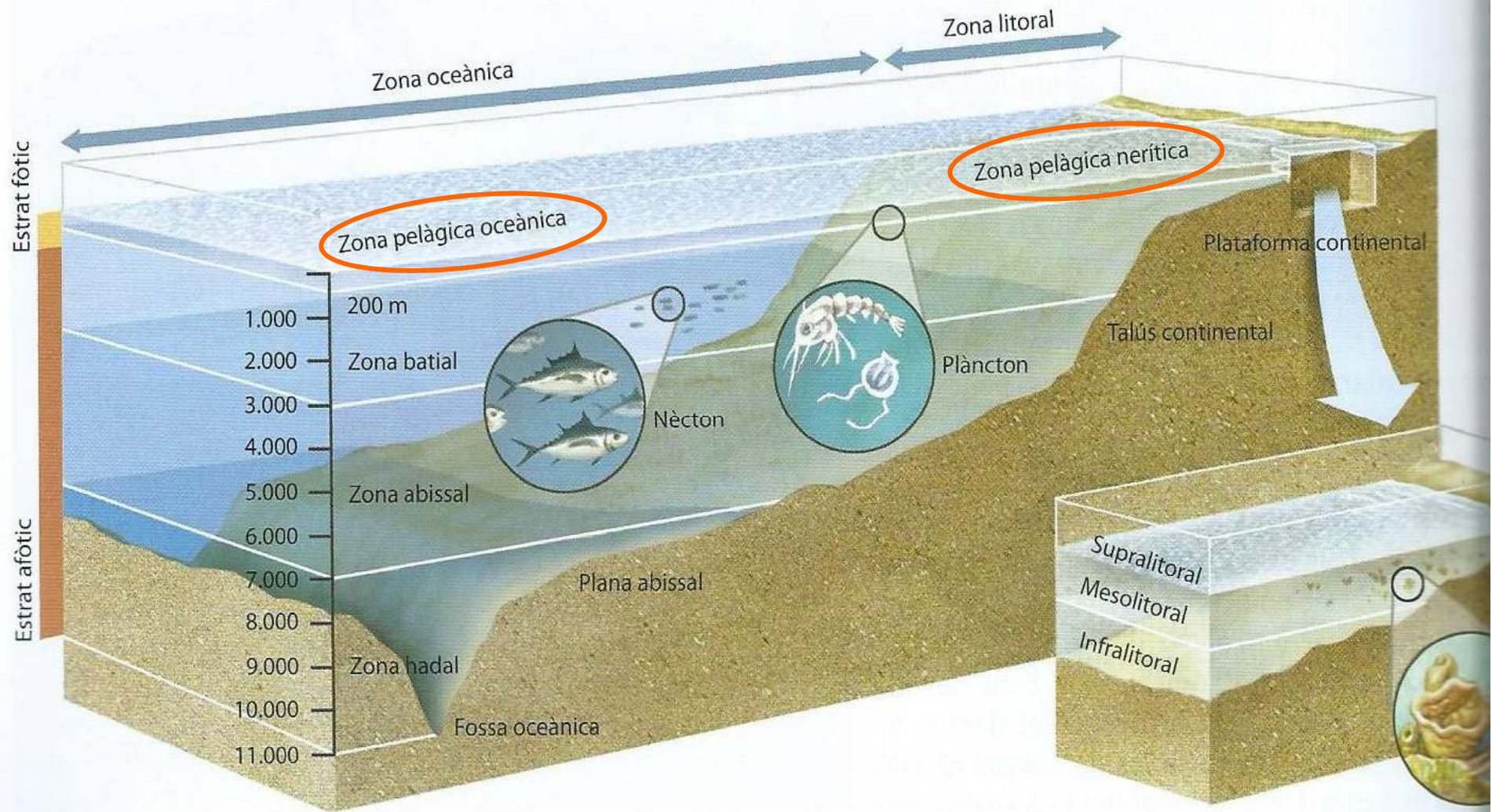
– (7) bosc de ribera, (6) alzinar inferior, (6) alzina sureral, (5) alzinar de muntanya, (3) roureda de roure de fulla gran, (2) fageda, (1) brolla superior de ginebre nan, (2) fageda amb avets, (5) alzinar de muntanya (4), roureda de roure martinenc.



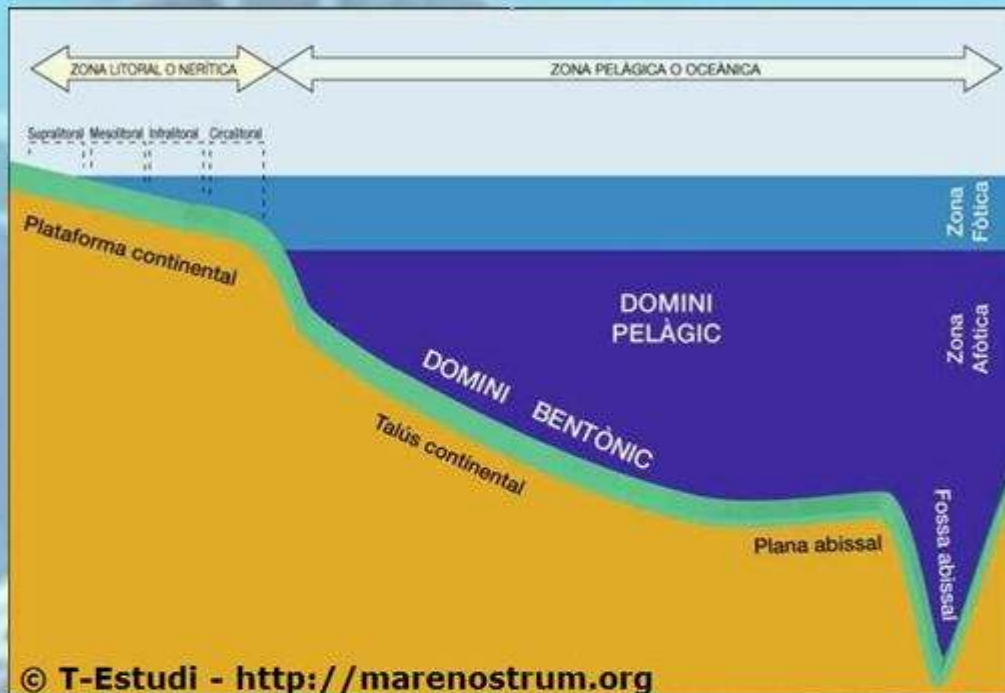
Salzes i vimeteres (S, dintre del llit del riu) a continuació: verns (A), xops (Ch), freixes (F), oms (O) i per últim les alzines (E) fora ja del bosc de ribera.



Els biomes: biomes marins i d'aigua dolça



Zonas Oceánicas



Horizontal

Zona Nerítica

Zona Pelágica

Más cercana y rica en nutrientes ☺

Más alejada y menor cantidad de nutrientes

Vertical

Zona Fótica

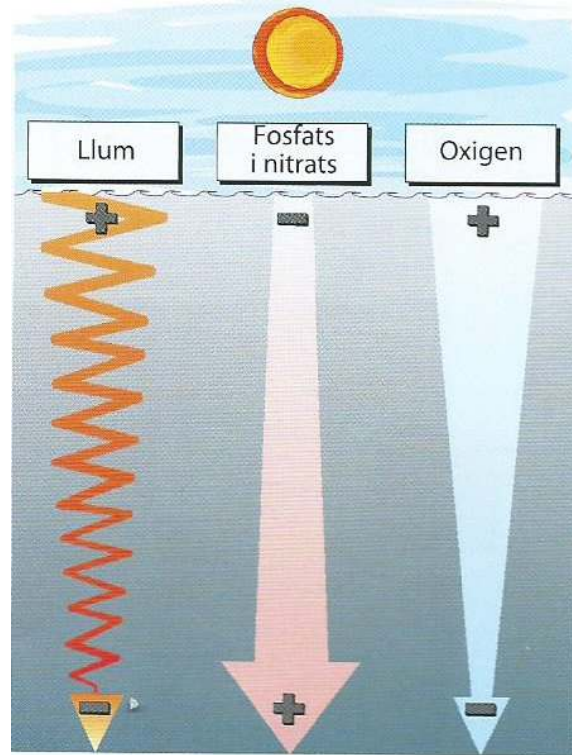
Presencia de luz,
Nutrición Autótrofa
Fotosíntesis ☺

Zona Afótica

Ausencia de luz,
Nutrición Heterótrofa

Las zonas más productivas

Ecosistemes aquàtics



50-200 m

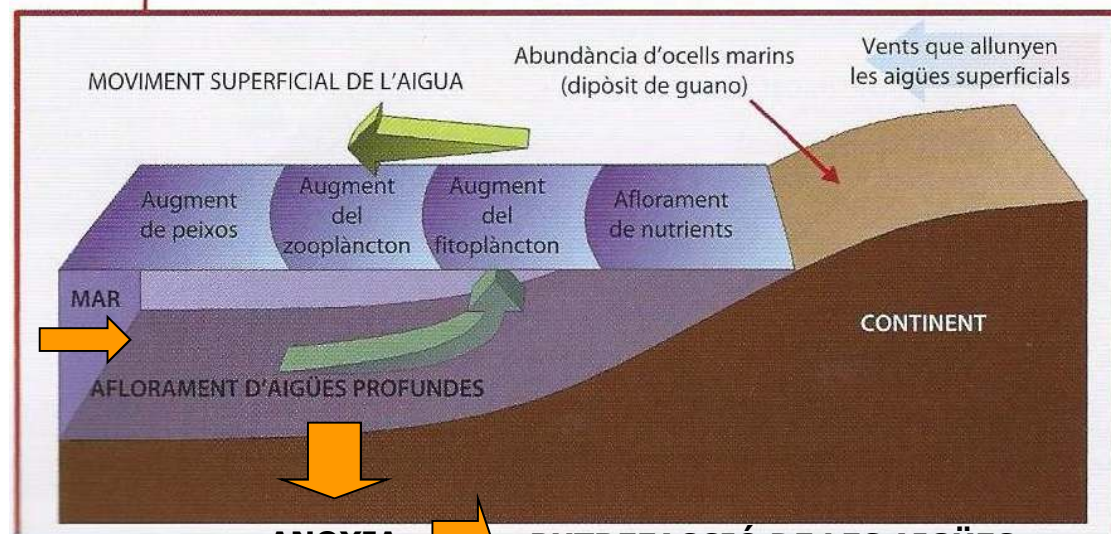
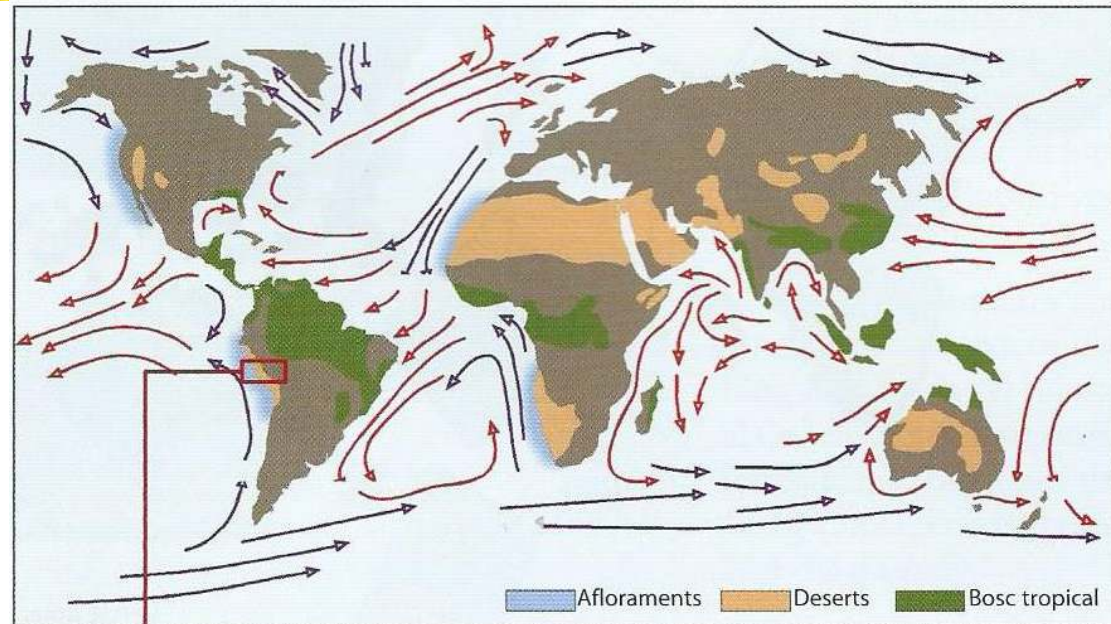


Factors limitants de la producció

Mar: nitrats

Llacs d'aigua dolça: fosfats

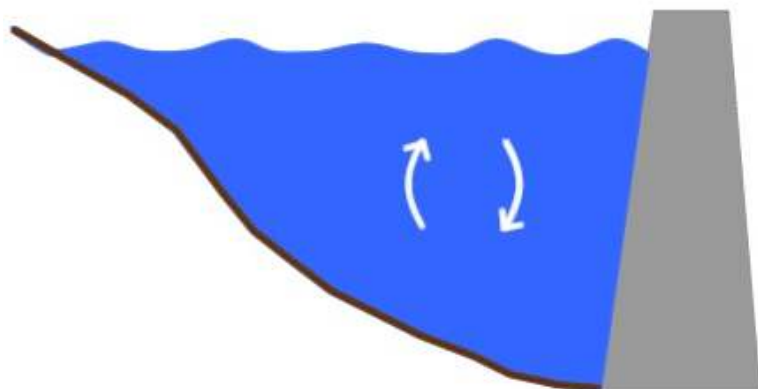
Termoclina



ANOXIA

PUTREFACCIÓ DE LES AIGÜES

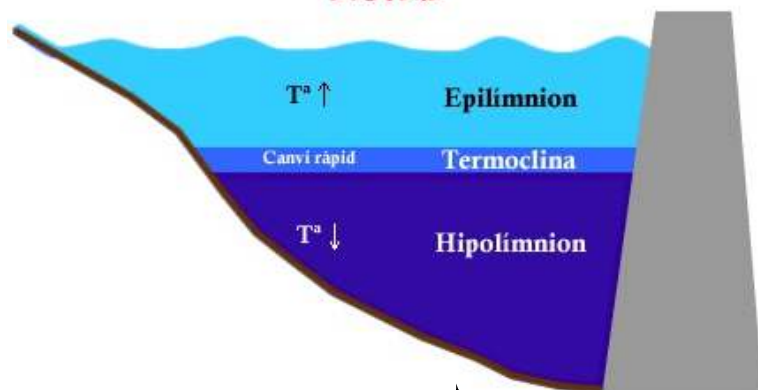
Hivern



Lenítics



Estiu

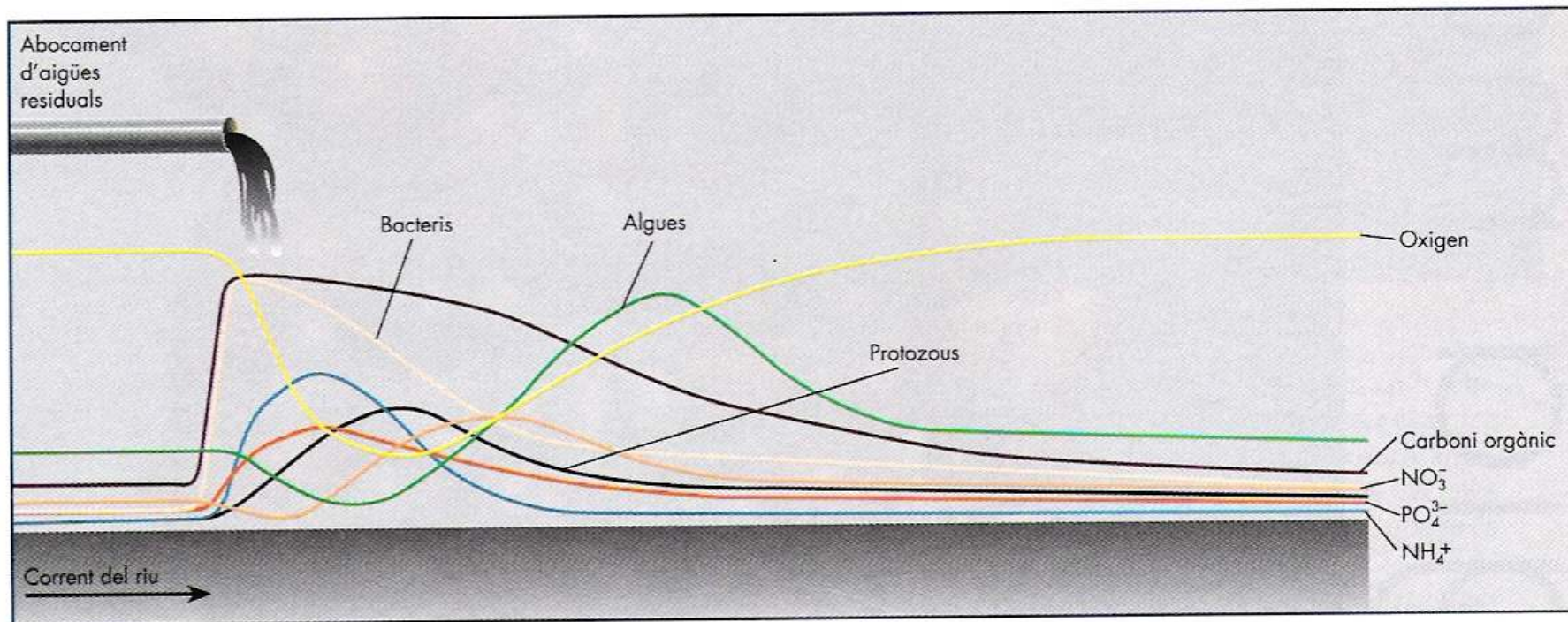


Lòtics



L'autodepuració

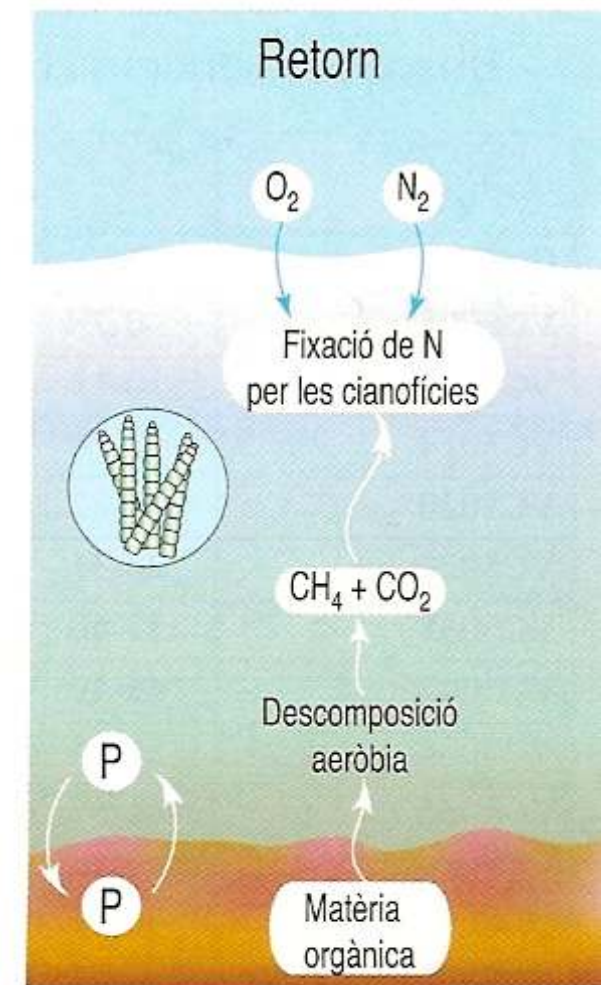
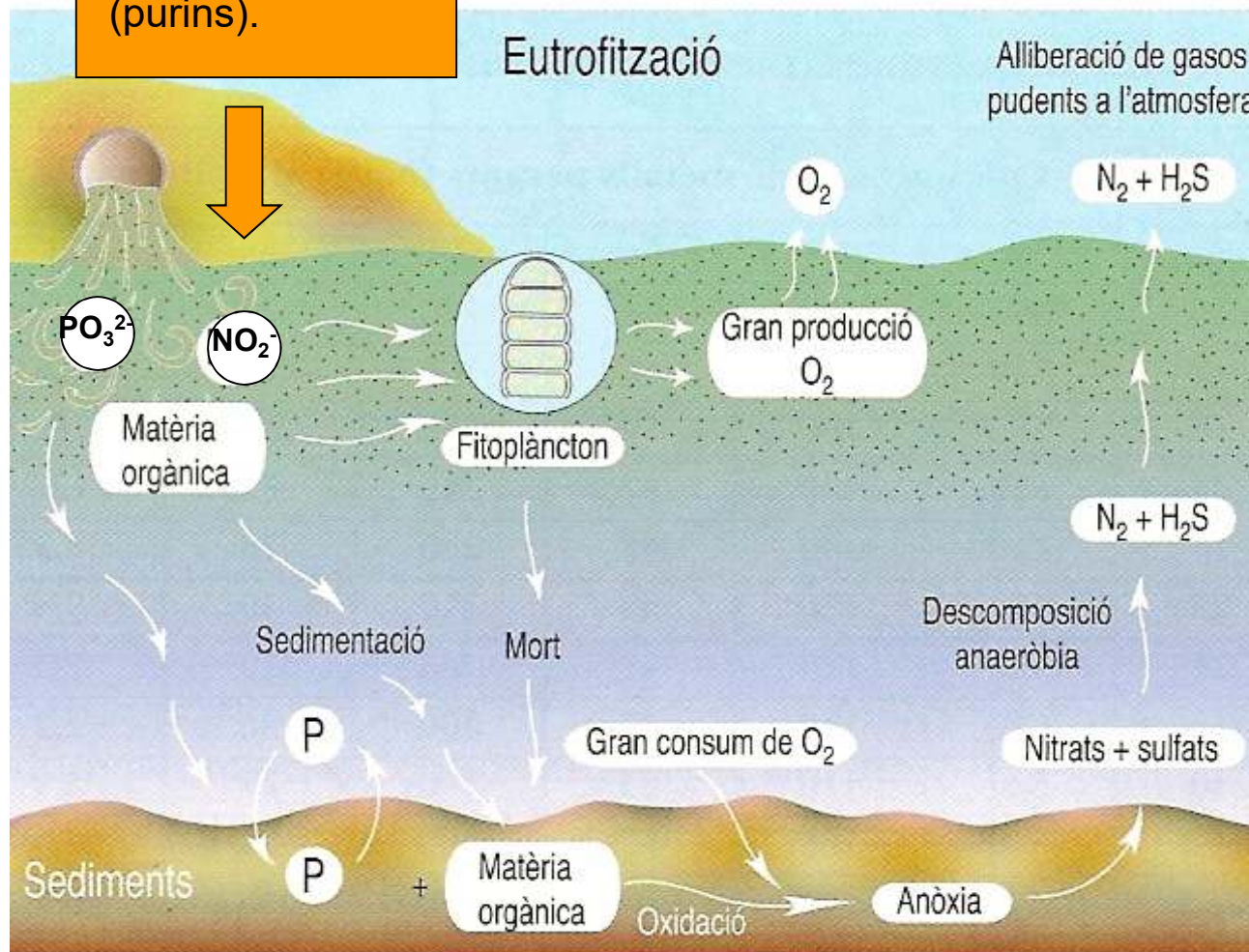
El riu Llobregat, entre altres, sovint és utilitzat com un abocador de tota mena de residus al llarg de la seva conca. De les activitats agrícoles provenen nitrats, fosfats i compostos orgànics dels pesticides; de les indústries i de la mineria provenen metalls i altres residus sòlids. A més de tots aquests productes, rep una gran quantitat de residus fecals de les poblacions humanes.



1. Observa el gràfic. Per què disminueix la quantitat d'oxigen dissolt a l'aigua del riu després de l'abocament?
2. El gràfic reflecteix la capacitat d'autodepuració que té el riu. Explica a què creus que és deguda.
3. Explica l'afirmació següent: «Cada zona del curs del riu representa una etapa d'una successió ecològica».

L'autodepuració

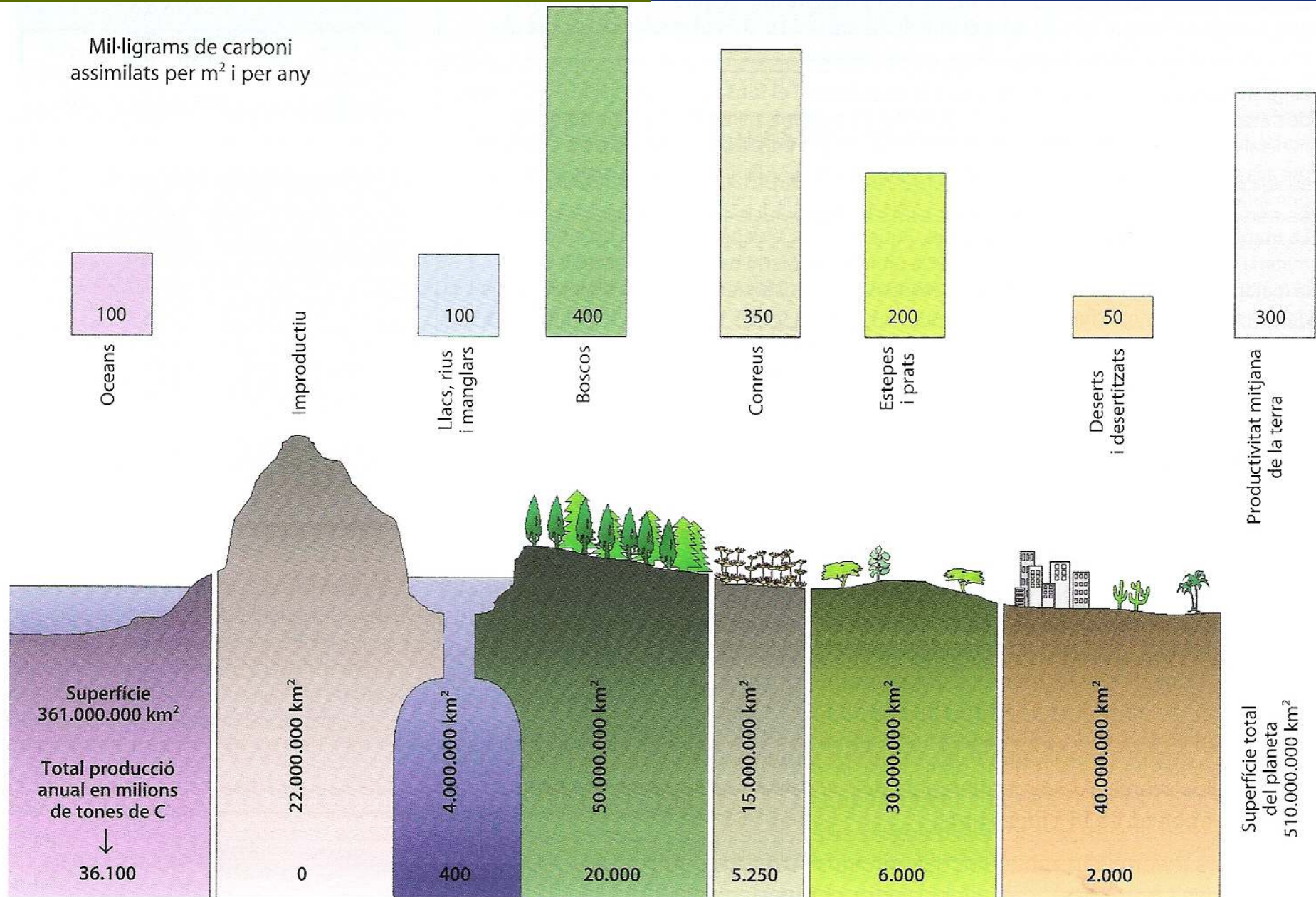
Origen: Residus domèstics, adobs, residus ramaderia (purins).



Ecosistemes terrestres

VS

Ecosistemes aquàtics



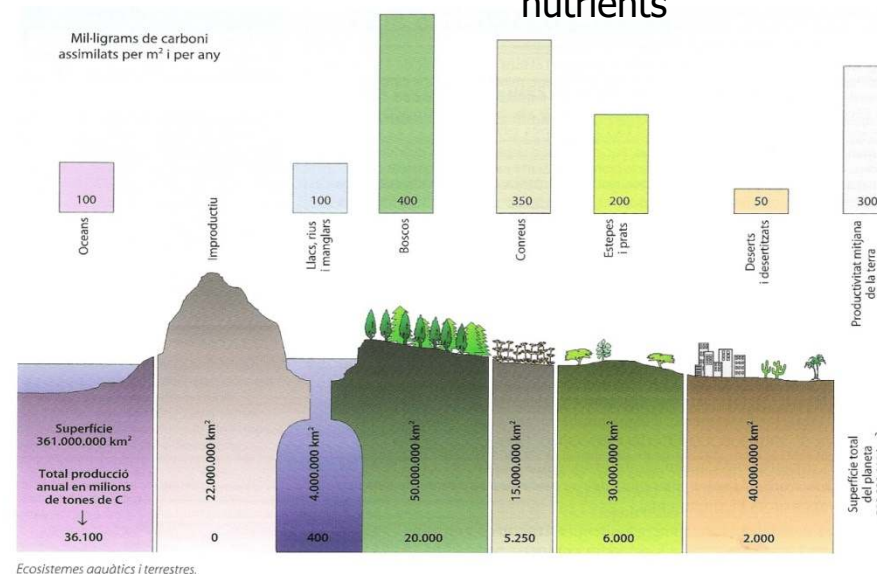
Ecosistemes aquàtics i terrestres.

Ecosistemes terrestres

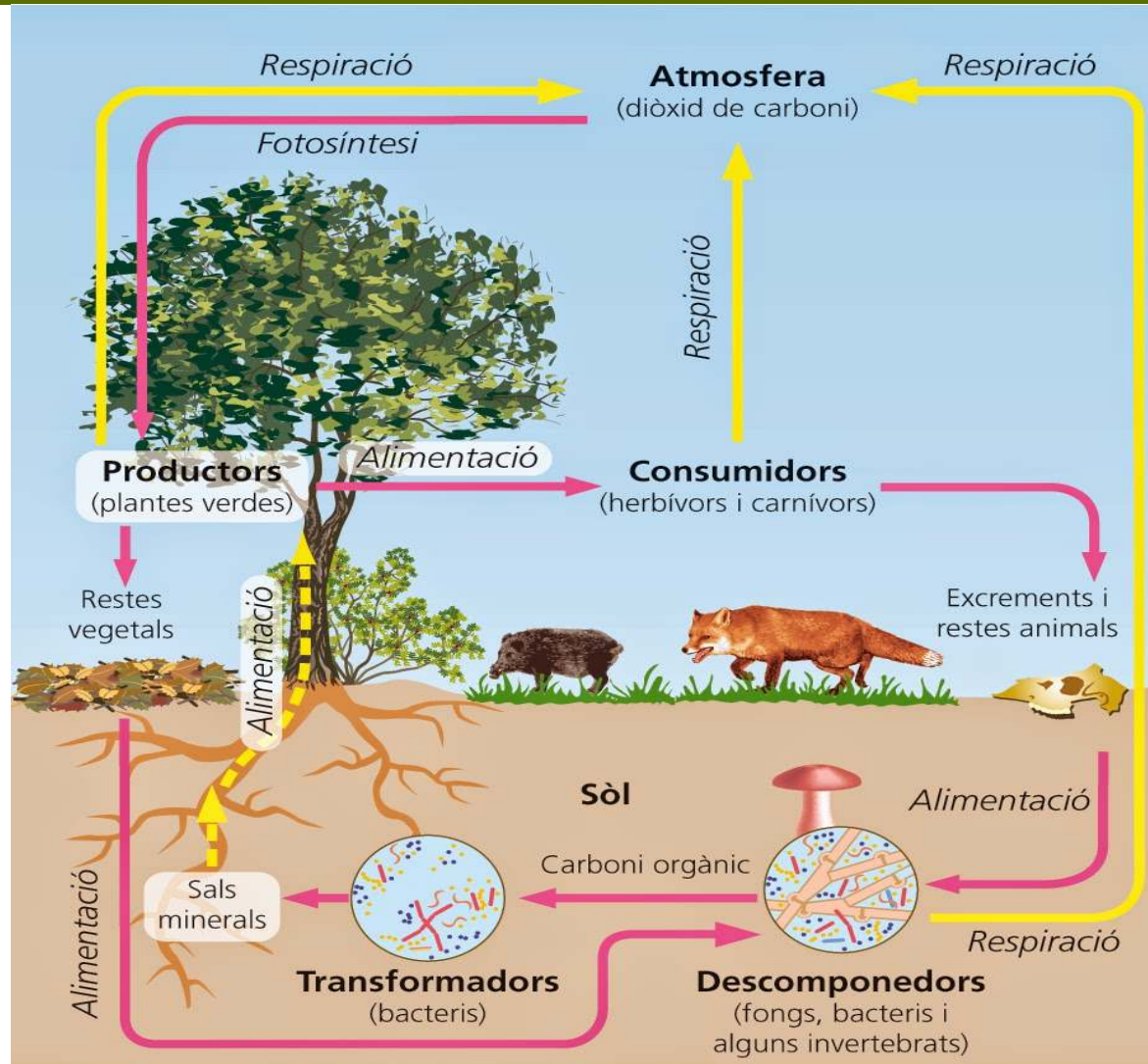
VS

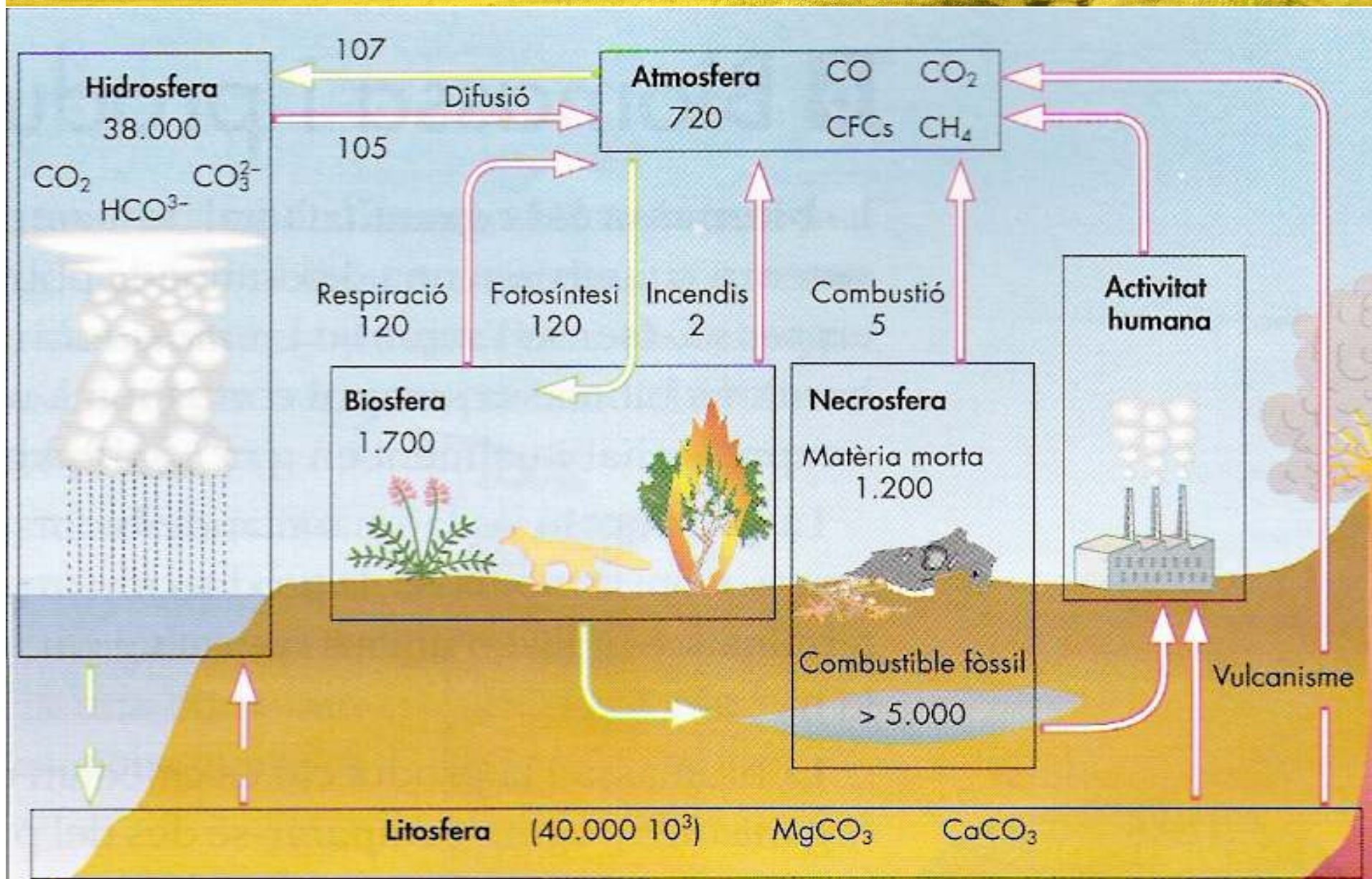
Ecosistemes aquàtics

- La major part de la producció primària passa al detritívors no als herbívors.
 - La major part de la producció s'inverteix en creixement.
 - La **producció** és el triple de la dels aquàtics = $300 \text{ gC/m}^2 \cdot \text{any}$
 - **Taxa de renovació** de les fulles, branques pot ser de mesos o anys. ➡ Alentiment
 - $0,5 \text{ g}$ de clorofil·la/ m^2 .
- La major part de la producció primària passa al zooplàncton.
 - La major part de la producció s'inverteix en la reproducció del fitoplàncton.
 - La **producció** és un 1/3 de la dels terrestres = $100 \text{ gC/m}^2 \cdot \text{any}$ ➡ gran distància entres la llum i els nutrients.
 - **Taxa de renovació** del fitoplàncton molt ràpida d'un o molt pocs dies.
 - $0,01$ a $0,1 \text{ g}$ de clorofil·la/ m^2 . ➡ Manca de nutrients



El cicle de la matèria = cicles biogeoquímics





CICLE DEL CARBONI

2.4. Importància dels bacteris en els cicles biogeoquímics

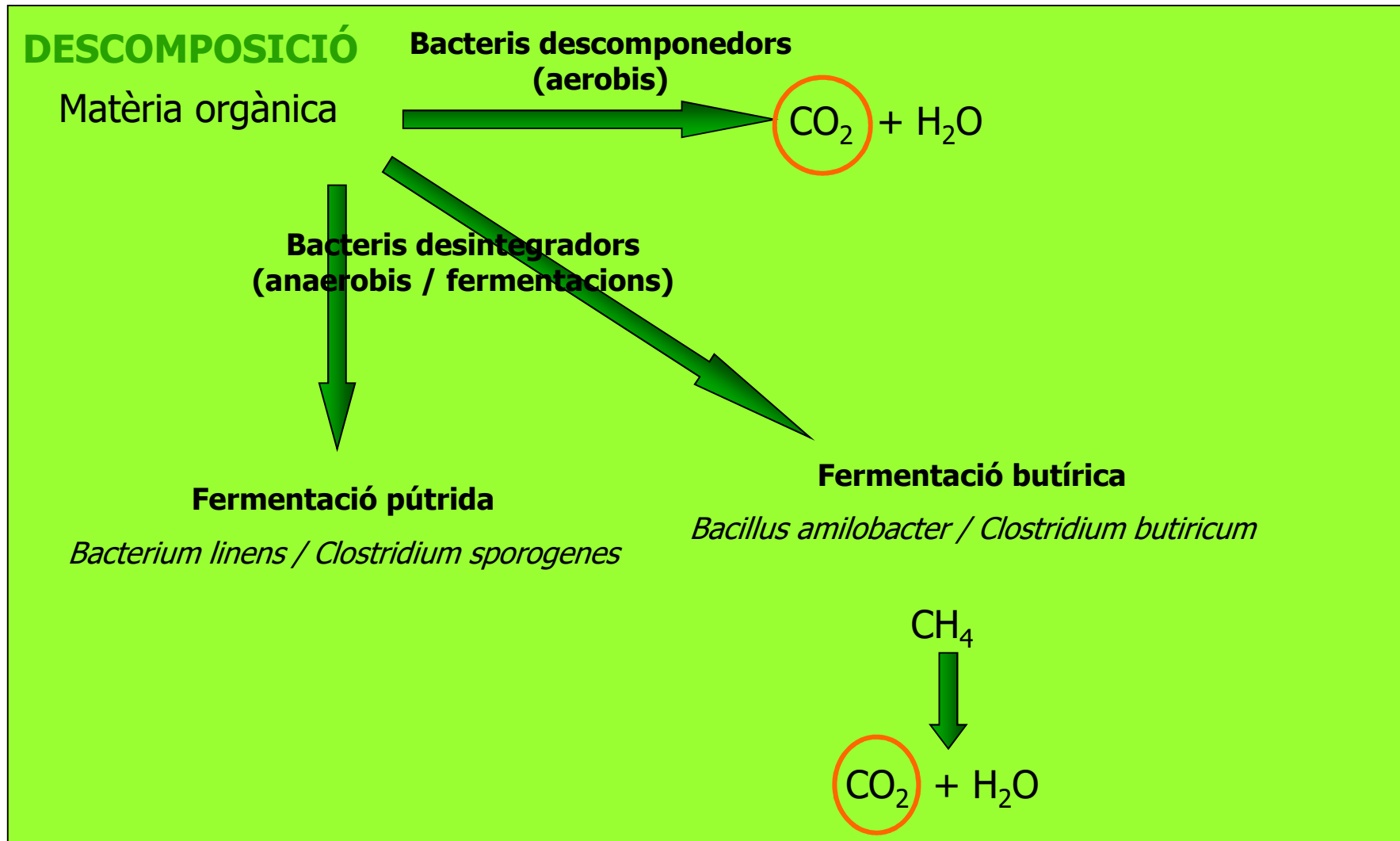
Molts dels elements químics que componen els materials terrestres estan sotmesos a uns circuits cíclics que consisteixen, bàsicament, en el fet que passen de formar part de matèria inorgànica inerta a formar part de matèria constitutiva d'éssers vius i d'aquests, posteriorment, de nou a matèria inorgànica inerta, i així es tanca el cicle. Aquests cicles de la matèria són els cicles biogeoquímics. Moltes espècies de bacteris intervenen en aquests cicles.

Els bacteris i el cicle del carboni

El carboni és l'àtom més abundant i important de la matèria viva, constitueix l'esquelet de la majoria de les biomolècules orgàniques (glúcids, lípids, proteïnes i àcids nucleics). Molts bacteris són fotòtrofs i per tant capten el CO_2 atmosfèric i fixen el carboni en molècules orgàniques (CH_2O) en presència de llum (fotosíntesi), tot i que també respiren, per la qual cosa degraden matèria orgànica i desprenen CO_2 de nou a l'atmosfera. Aquest procés es resumeix en la reacció següent:



Els bacteris i el **CICLE DEL CARBONI**



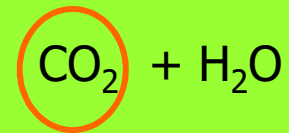
Els bacteris i el **CICLE DEL CARBONI**

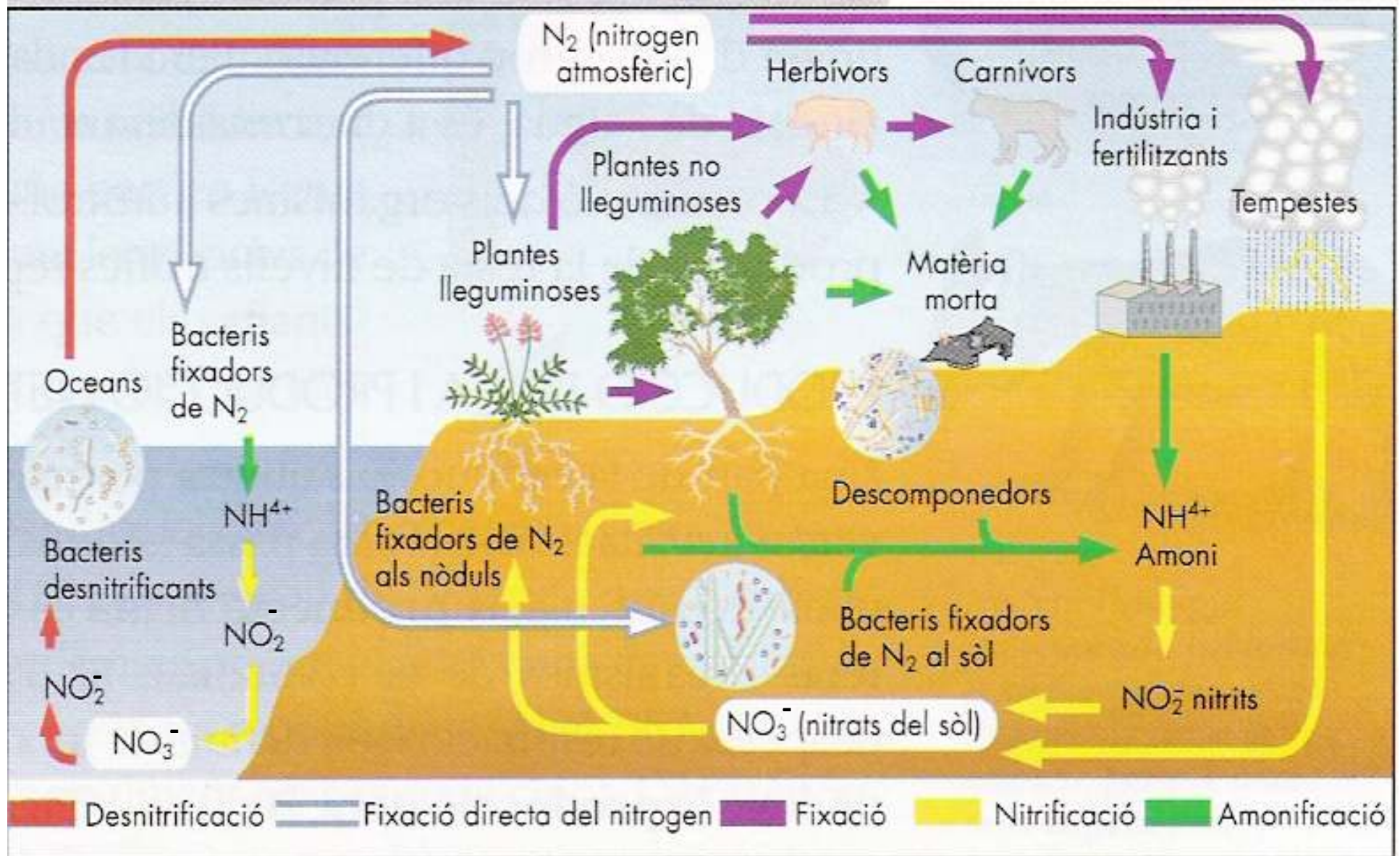
BIOREMEDIACIÓ

Hydrocarburs



Bacteris





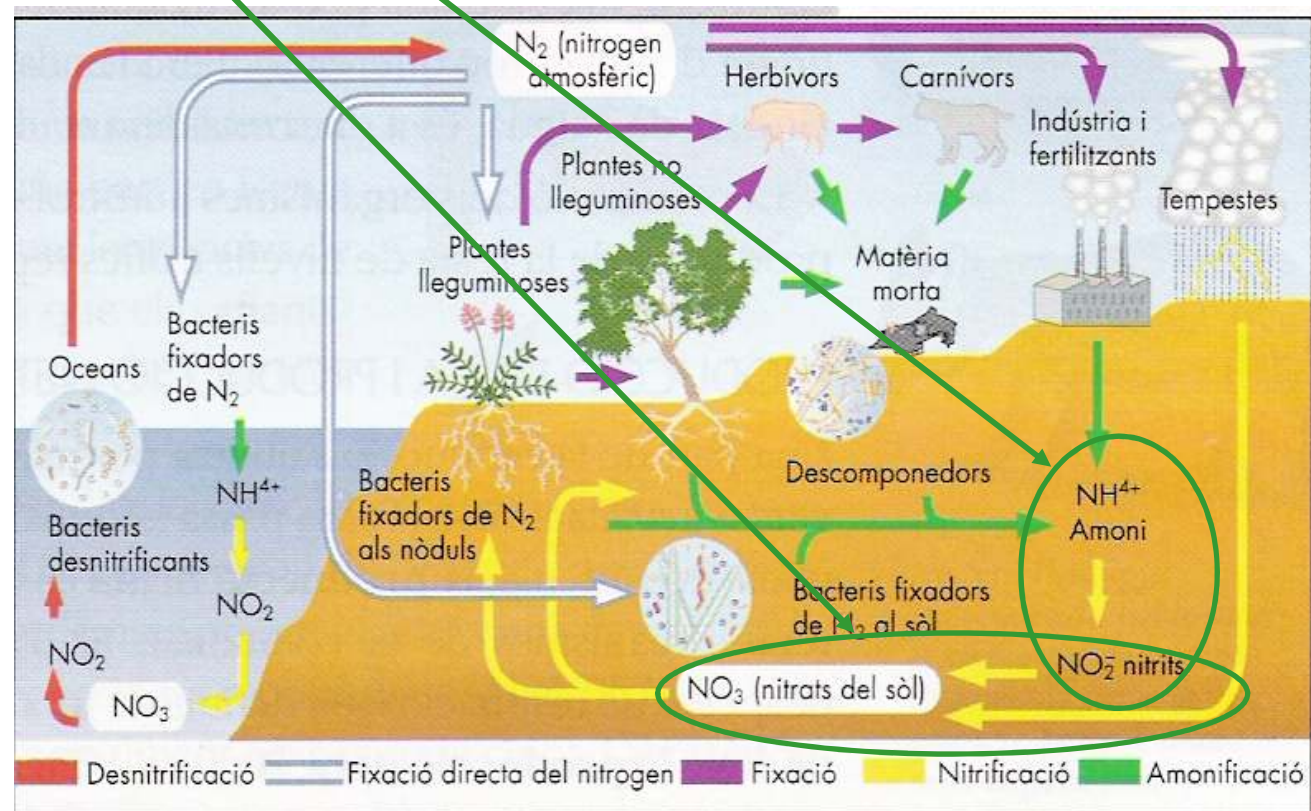
CICLE DEL NITRÒGEN

• **Bacteris del nitrògen**

- **Bacteris nitrosificants** – *Nitrosomonas sp.*



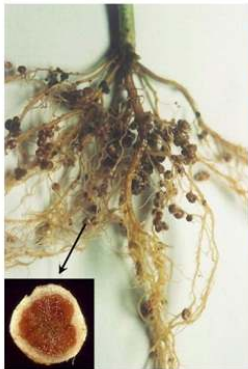
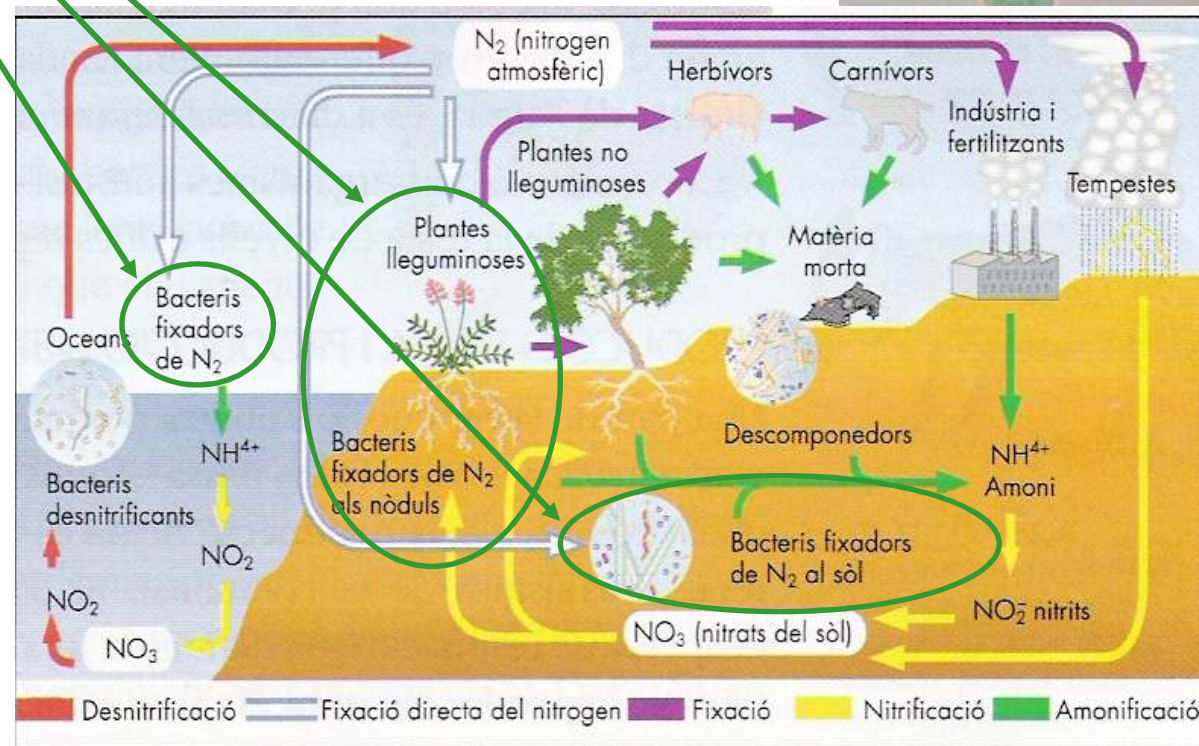
- **Bacteris nitrificants** – *Nitrobacter sp.*



Bacteris fixadors de nitrògen

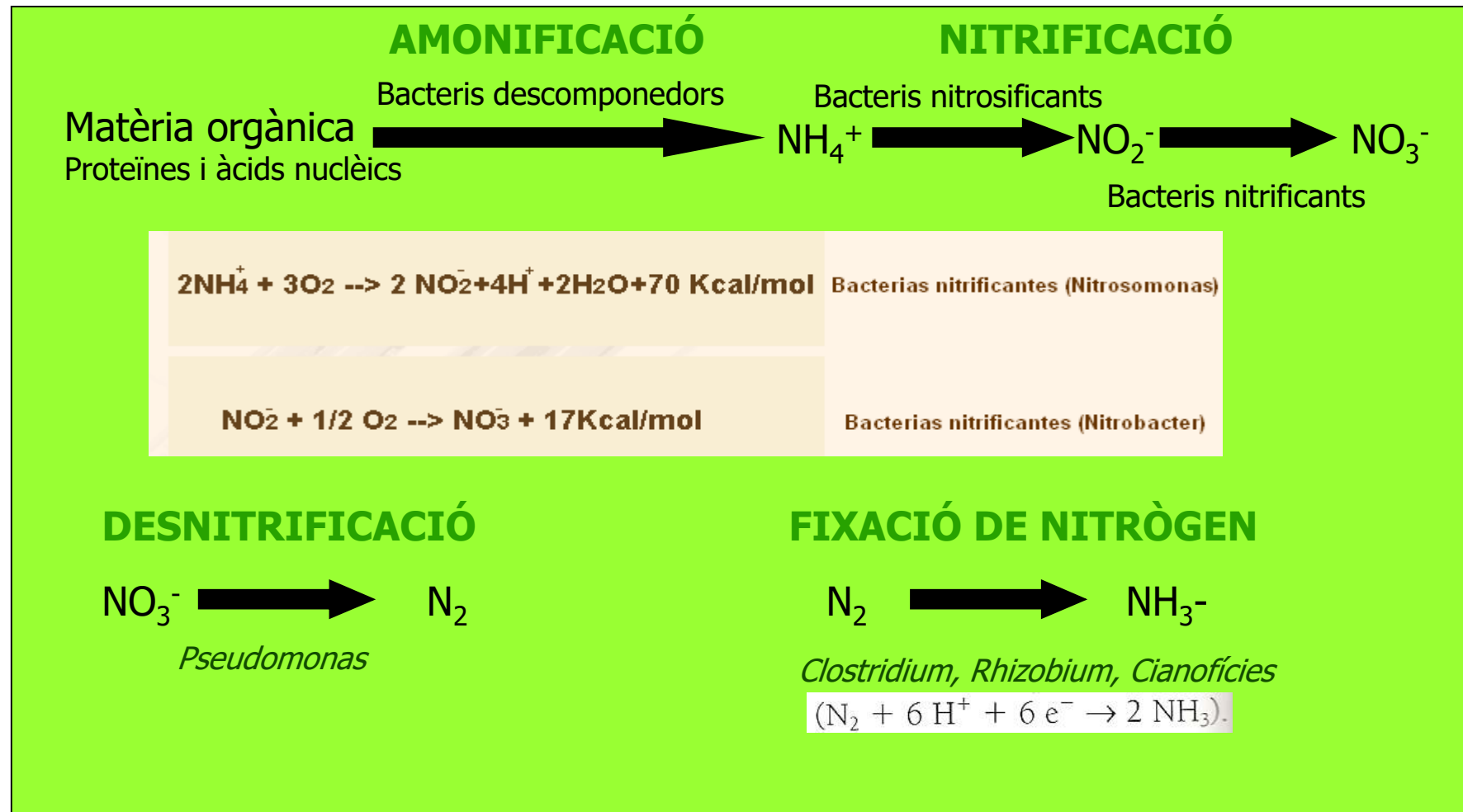
- Bacteris fixadors de nitrògen i cianobacteris

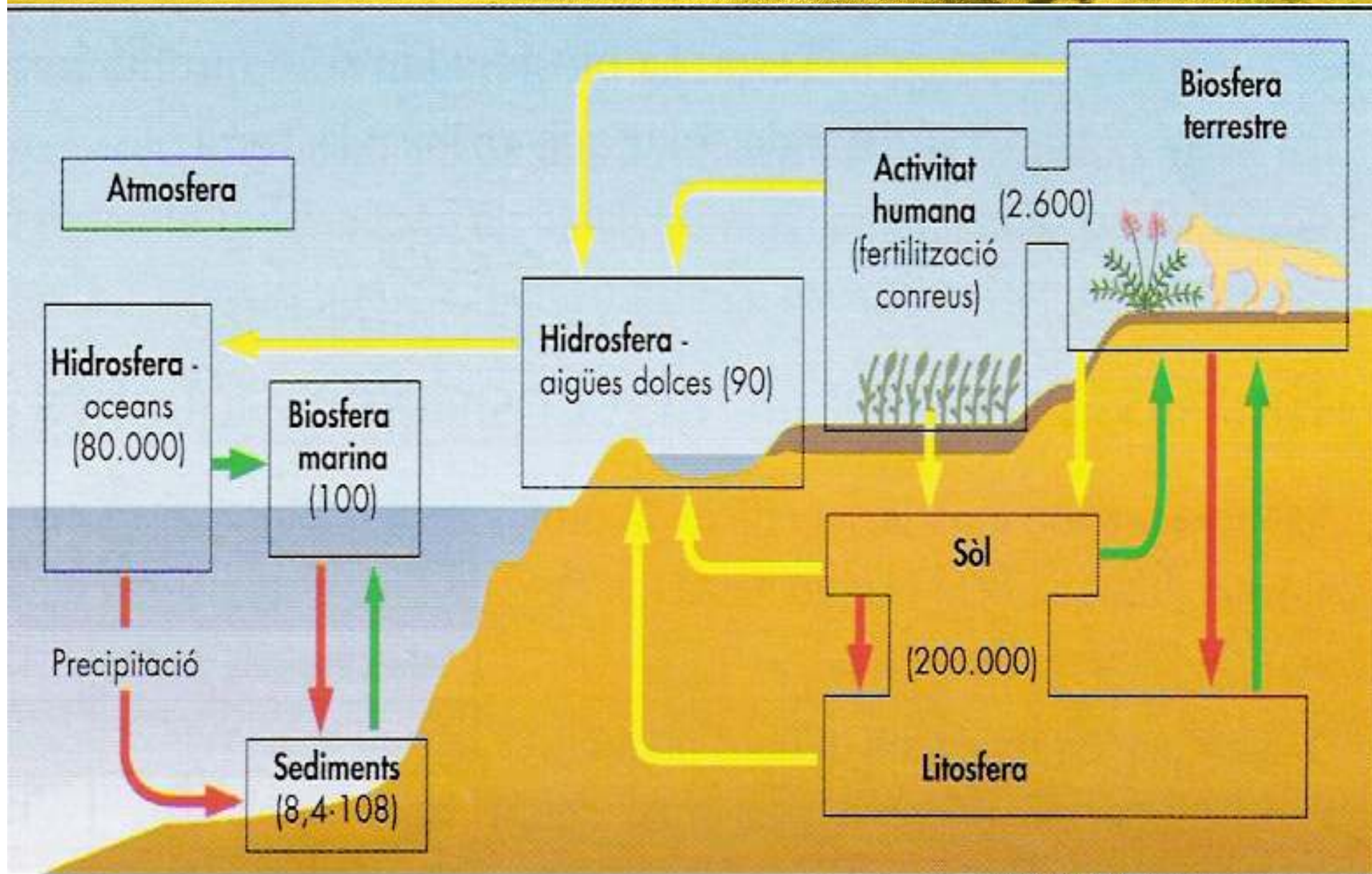
- Utilitzen com a font de Nitrògen el N_2 atmosfèric.
- Azotobacter*, *Clostridium*, *Rhizobium* (nòduls en les arrels de les plantes lleguminoses), cianobacteris.



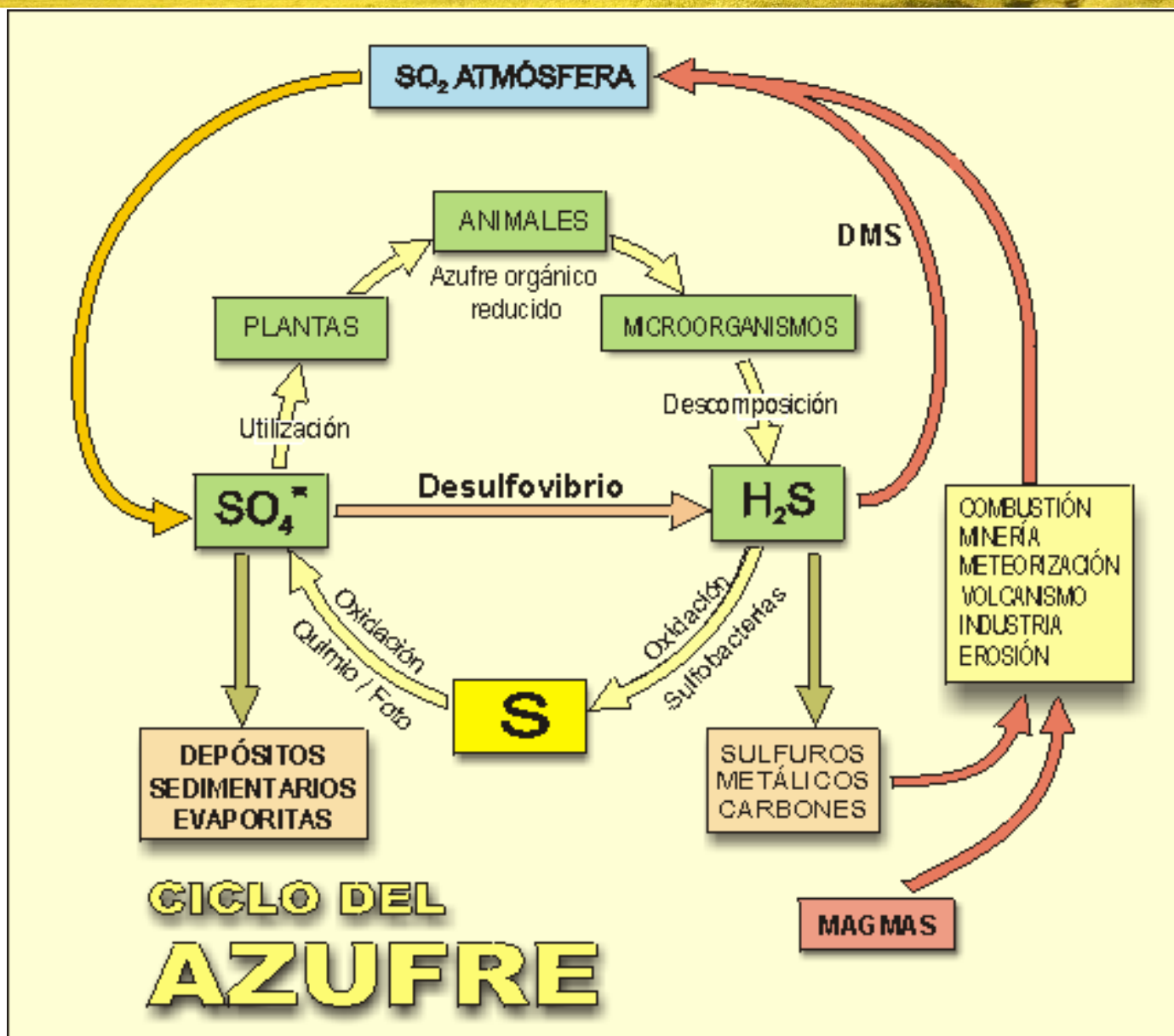
Izquierda: Raíz de judía y corte transversal de un nódulo. Fuente CSIC
Arriba: Detalle de un raíz con nódulos de *Rhizobium*

Els bacteris i el **CICLE DEL NITRÒGEN**





CICLE DEL FOSFOR

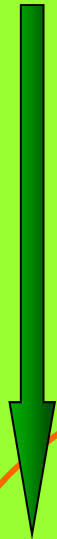


Els bacteris i el **CICLE DEL SOFRE**

DESCOMPOSICIÓ

Matèria orgànica

Bacteris descomponedors (aerobis)

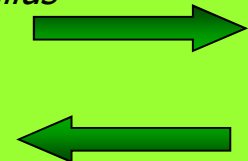


Bacteris incolors del sofre

Bacteris oxidants del sofre (litòtrofs)

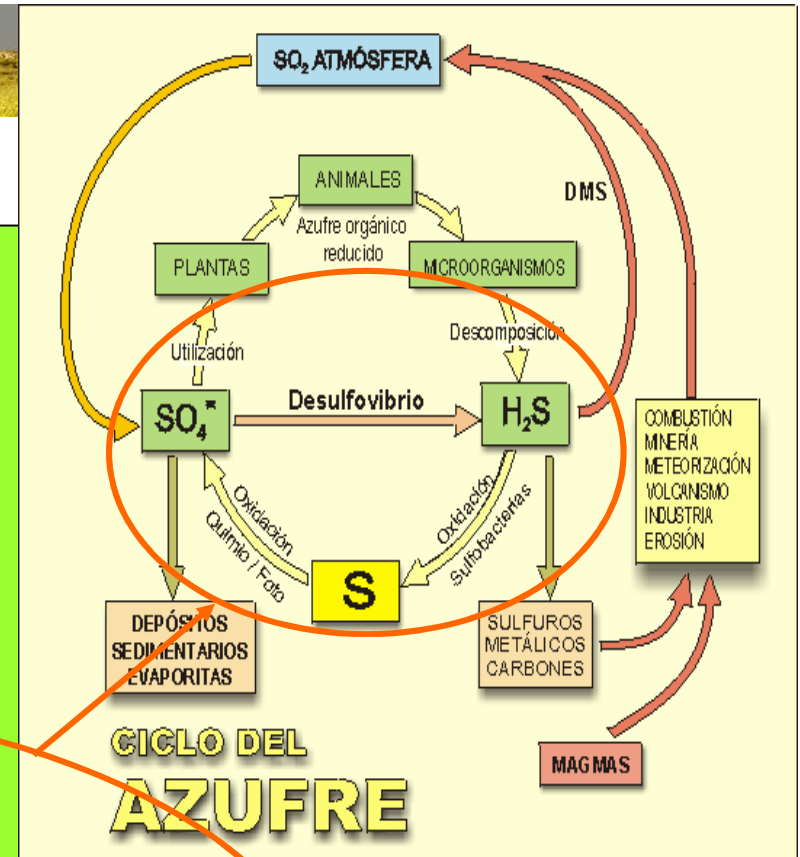
Aerobis obligats. Abundants en les aigües residuals

Thiobacillus

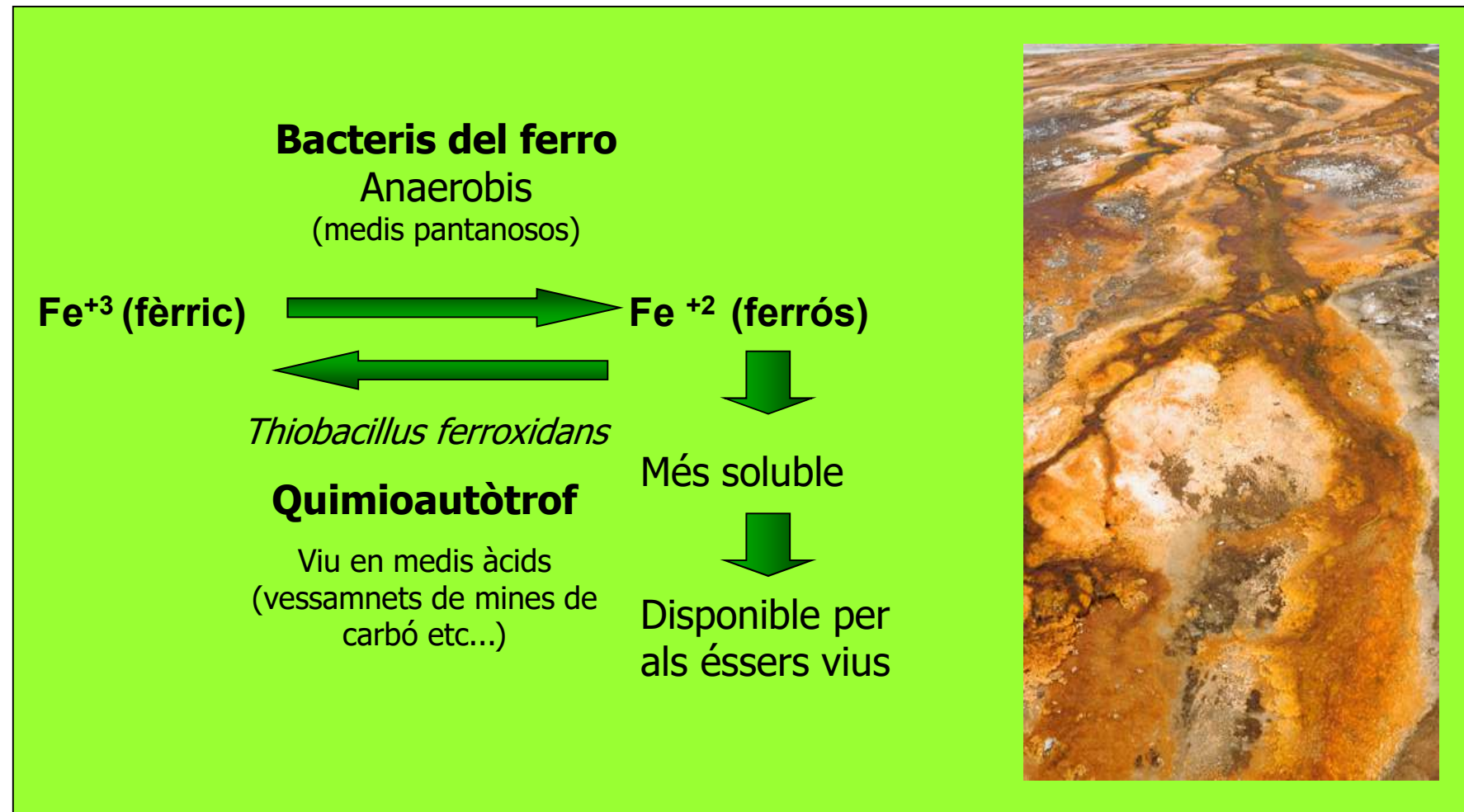


Bacteris reductors de sulfats (anaeròbics)

Desulfovibrio

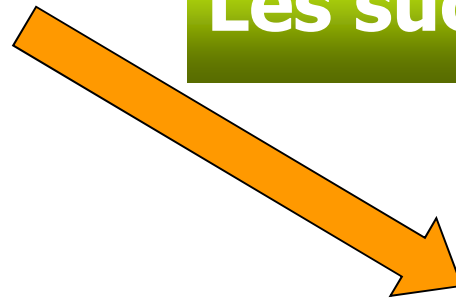


Els bacteris i el **CICLE DEL FERRO**





Les successions ecològiques



Selva equatorial
Esculls coralins

Climax



Les successions ecològiques

Successions 1aries:

Illa volcànica / Bassa / ...



Successions 2aries:

Incendi / Inundació / Plaga / ..



Les successions ecològiques



Líquens, algues, caragols, descomponedors,....

Molses i líquens

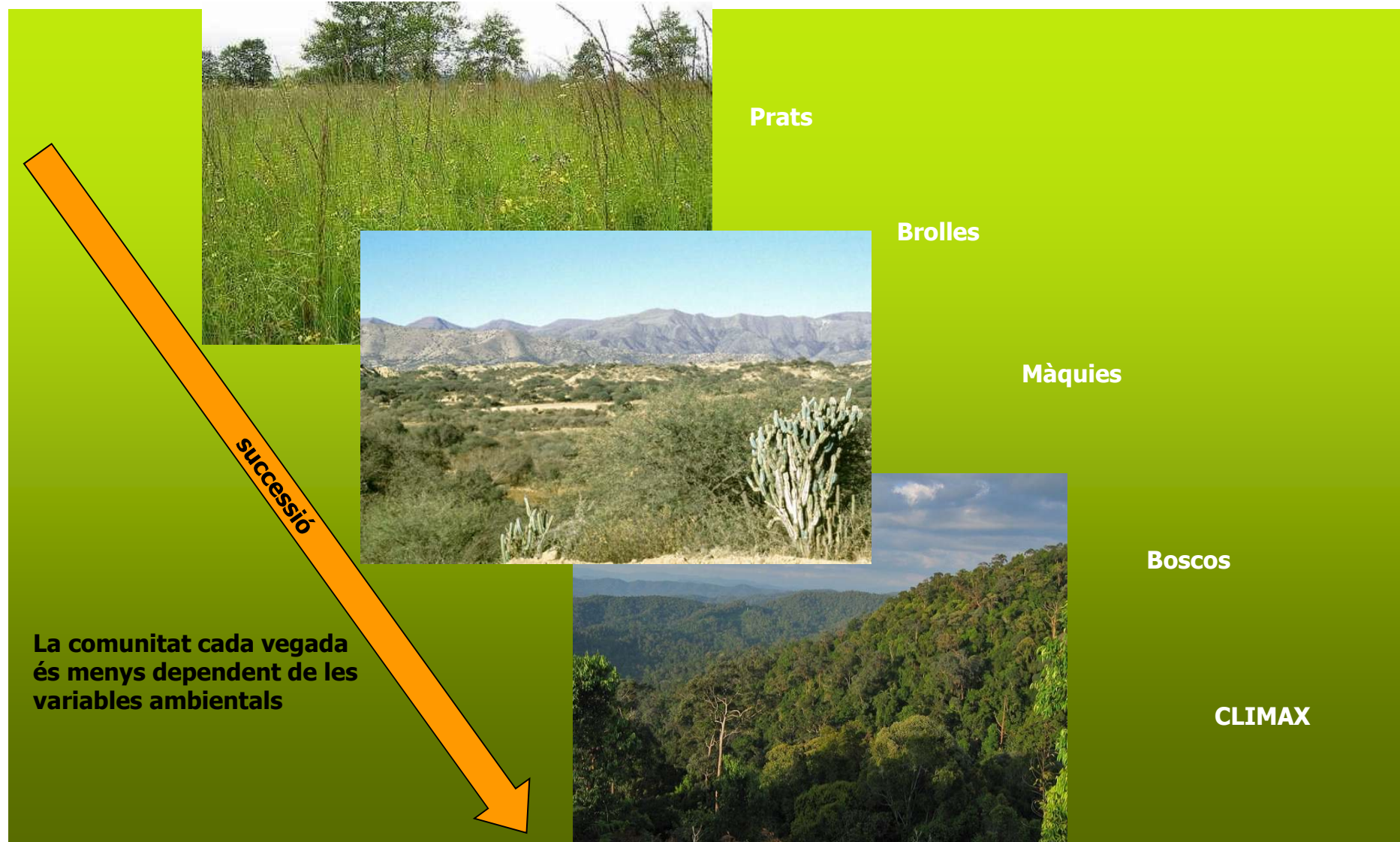


Comunitat de molses



Comunitat d'herbes i molses: molses i plantes herbàcies de creixement ràpid i cicle de vida curt.

successió





Predominen:

Plantes herbàcies

mates

arbustos

arbres



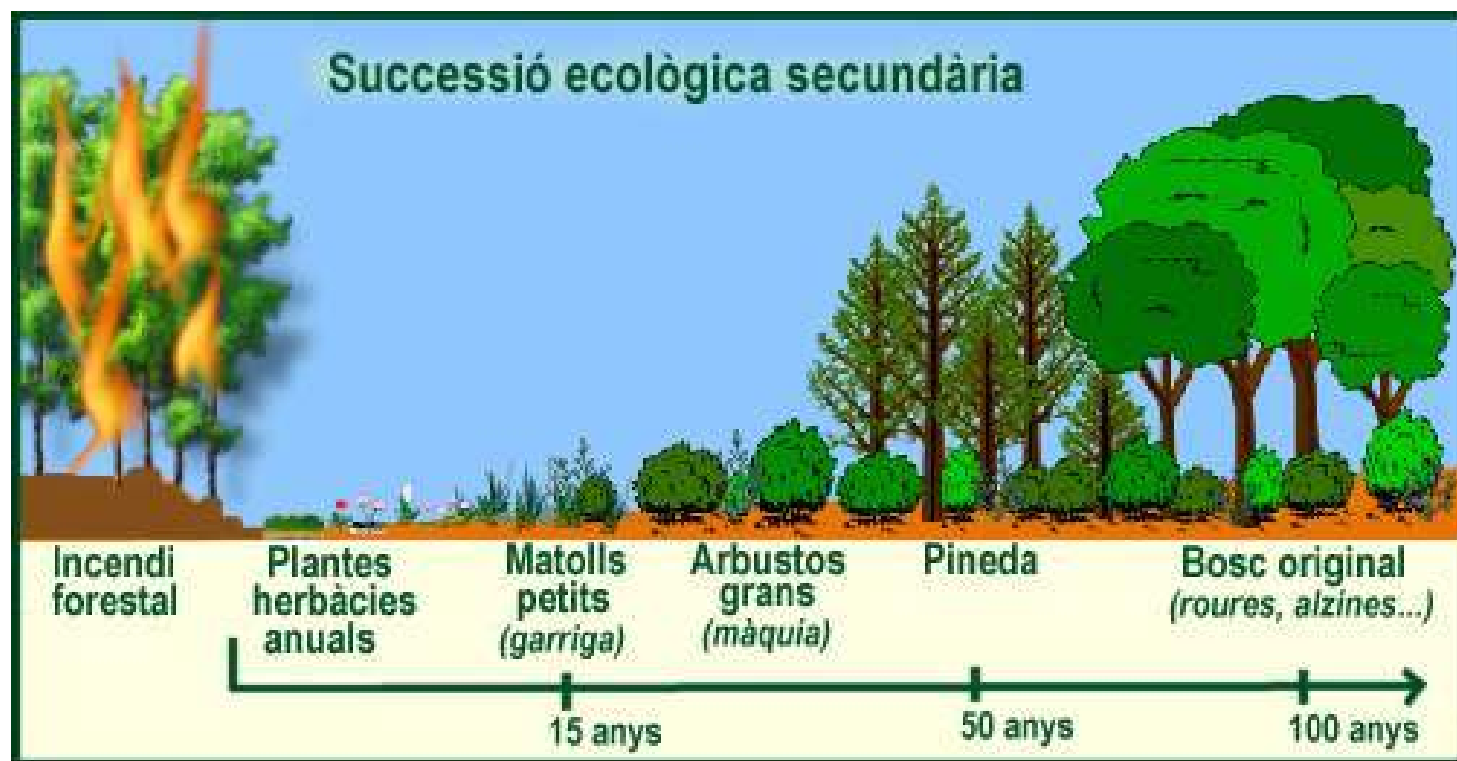


ELS BOSCOS

Ecosistemes terrestres en que predominen els arbres.

Són aproximadament 1/3 part del planeta emergit

Són el "climax" de la successió ecològica:





Successions ecològiques: <https://www.educ.ar/recursos/20067/sucesion-ecologica>


Les successions ecològiques

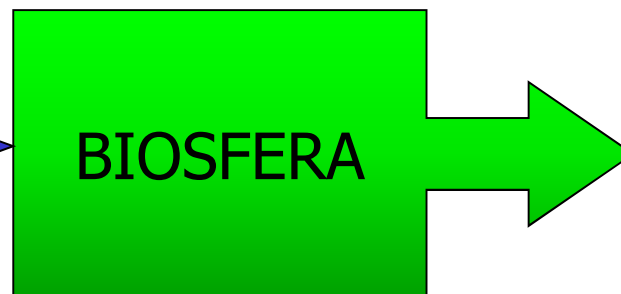
Característiques de les successions:

- Les primeres espècies a aparèixer són les espècies pioneres o oportunistes. Estratègia de la r. Cicle vital ràpid. Colonitzar el màxim de territori.
- Les espècies pioneres són substituïdes per espècies amb estratègies de la K. Utilitzen més energia però viuen més temps. Més adaptades al biòtop.
- La productivitat (= ↓ Producció/Biomassa ↑) va disminuir. La majoria de nutrients estan en la biocenosi, no disponibles al sòl.
- La diversitat va augmentant. ↑
- Augmenten el nivell tròfics ↑
- Augmenten els nínxols ecològics ↑
- Grau d'organització interna va augmentant. ↑
- L'organització interna de l'ecosistema va augmentant. Relacions interespecífiques. ↑
- L'ecosistema es fa més estable. Es formen microclimes. Coevolució. ↑

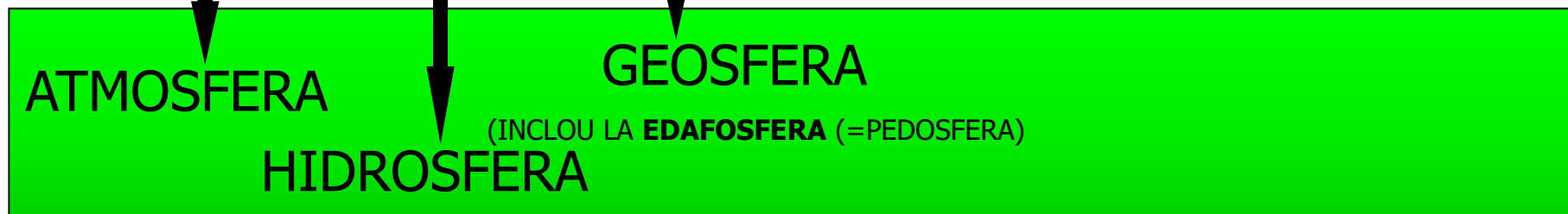
Clímax:

Sel·les tropicals i
esculls coralins

- 
- Biomassa ↑
 - Producció ↓ S'ajusta
 - Productivitat ↓
 - Temps de renovació ↑
 - Biodiversitat ↑
 - Nivells tròfics ↑
 - Hàbitats ↑
 - Nínxols ecològics ↑



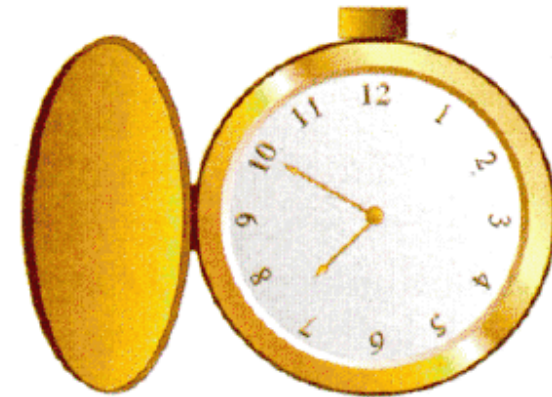
**B
I
O
L
O
G
I
A**



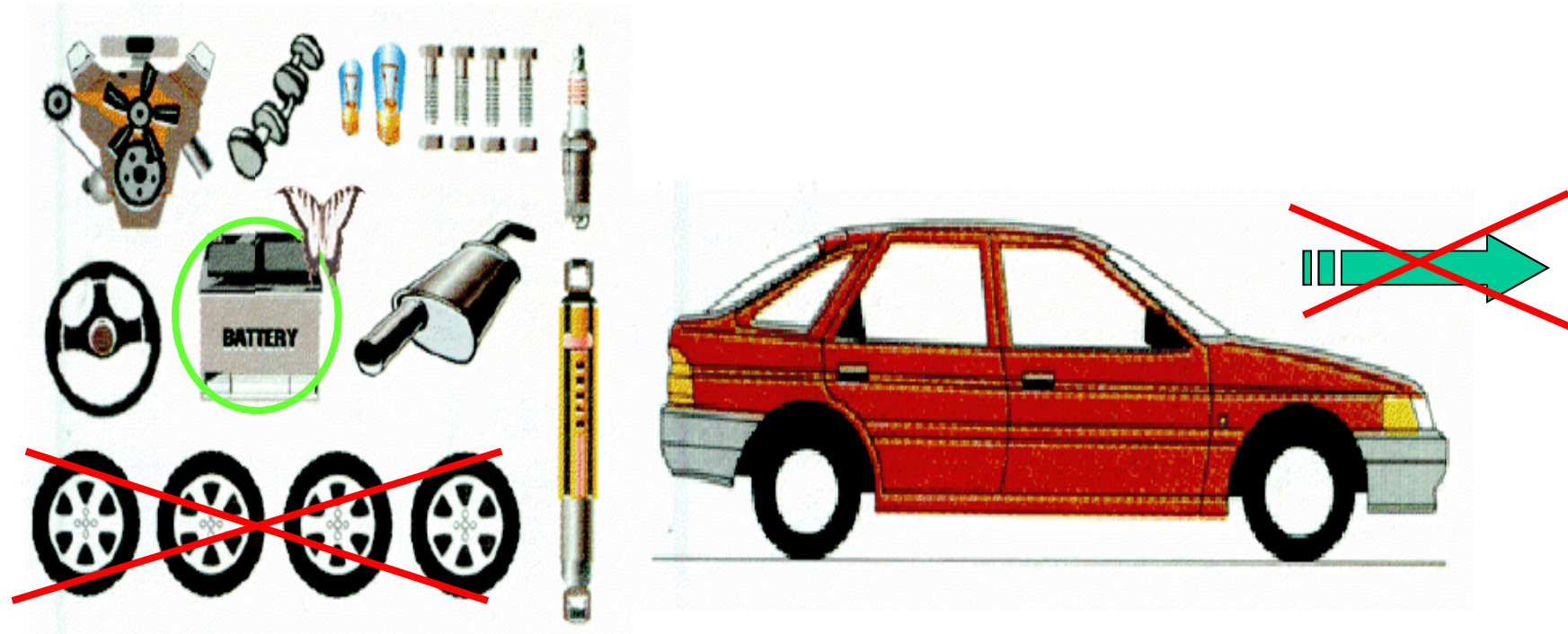
CTMA

Sistemes i dinàmica de sistemes

- **Sistema:** és un conjunt de parts operativament interrelacionades, en el que unes parts actuen sobre les altres i del qual, allò que interessa considerar fonamentalment, és el comportament global.
- Un sistema és més que la suma de les seves parts.



Un sistema és alguna cosa més que la suma de les parts que el formen, ja que les interaccions entre si i del comportament global sorgeixen propietats noves, absents en l'estudi de les parts per separat.



El canvi en una part del sistema afecta a tota la resta i a la seva funcionalitat

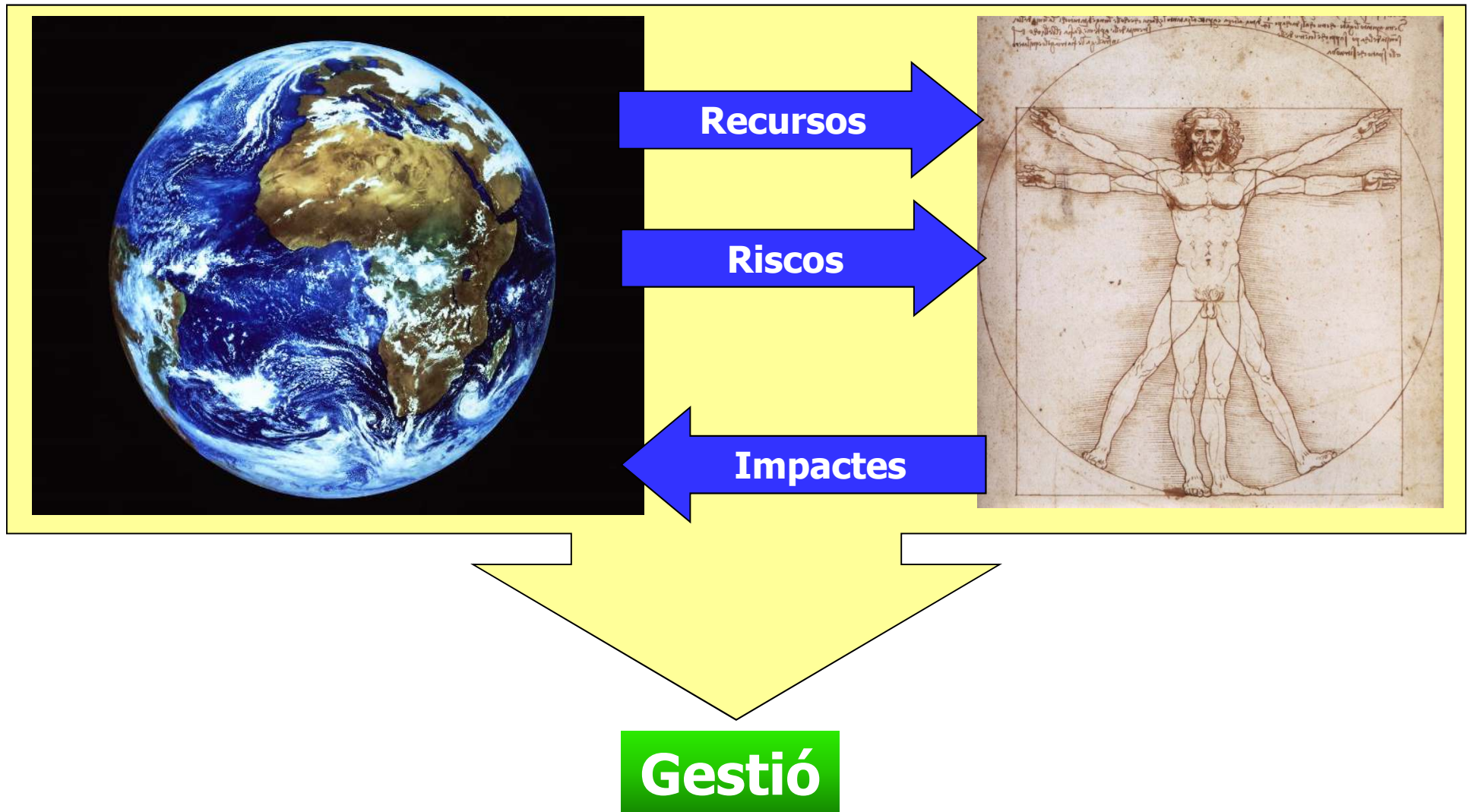
GAIA



- El planeta Terra i la vida han coevolucionat i s'han influït mutuament.
- El planeta té capacitat per controlar els canvis més enllà dels mecanismes químics.

Es comporta com un ésser viu

Els éssers humans com a part del sistema Terra



L'activitat humana i els ecosistemes

Recurs

Impactes

Riscos

Monocultius → diversitat mínima

Cal adobar → eutrofització de les aigües

Cal utilitzar plaguicides → varietats resistents / mort dels depredadors naturals / toxicitat de les aigües

Bosc tropical → la terra esdevé estèril (tala → conreu → migració

Retrocés en la regressió → perill de **desertificació**

Pastura intensiva → perill de **desertificació**

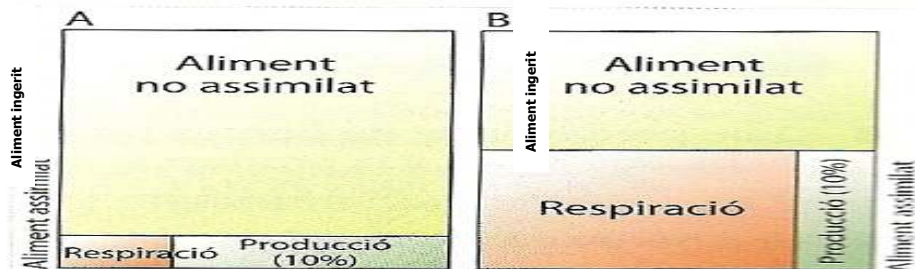
GESTIÓ

Activitats

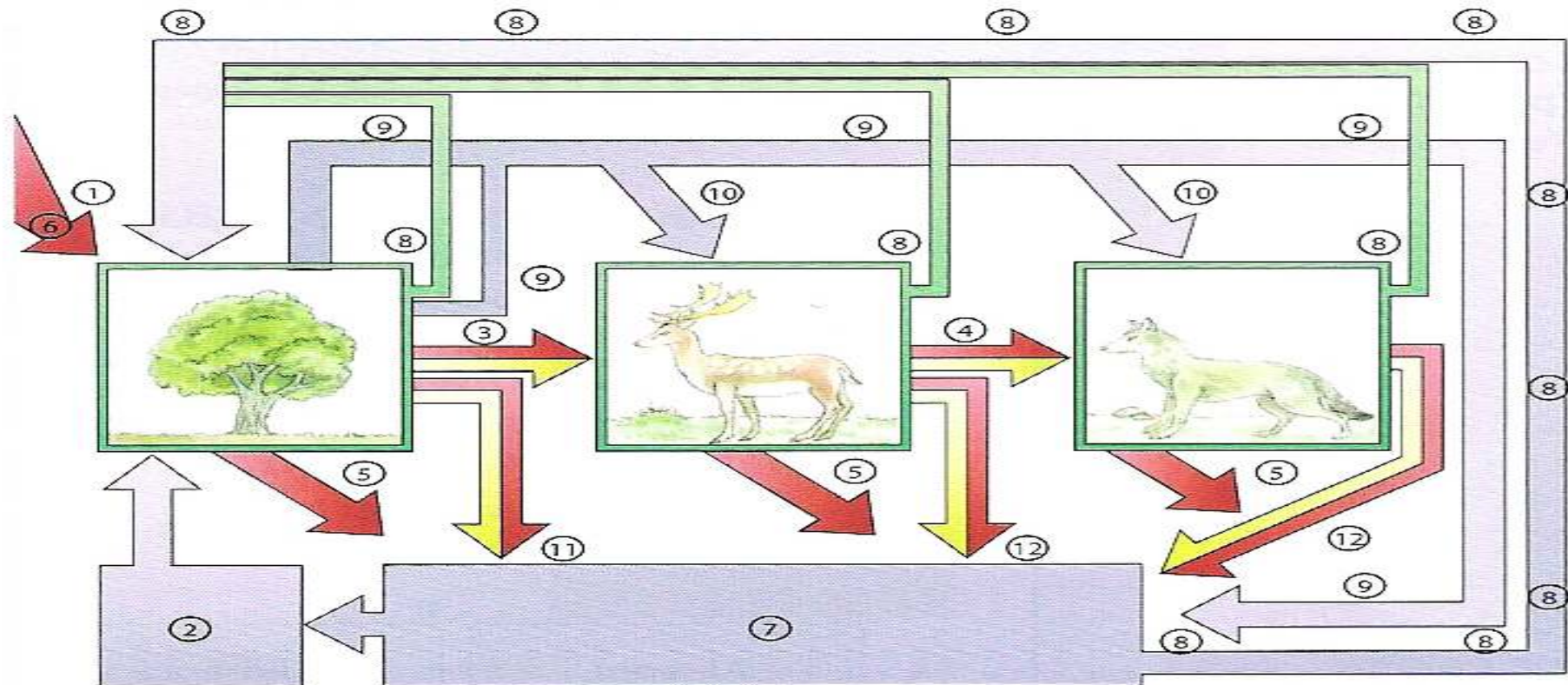
- 5 L'eficiència dels animals expressada com a $PN / \text{aliment ingerit}$ és el resultat d'unes altres dues formes d'expressar l'eficiència en els animals: com a $\text{aliment assimilat} / \text{aliment ingerit}$ i com a $PN / \text{aliment assimilat}$.

$$\frac{\text{Aliment assimilat}}{\text{Aliment ingerit}} \times \frac{\text{Producció neta (PN)}}{\text{Aliment assimilat}} = \frac{\text{Producció neta (PN)}}{\text{Aliment ingerit}}$$

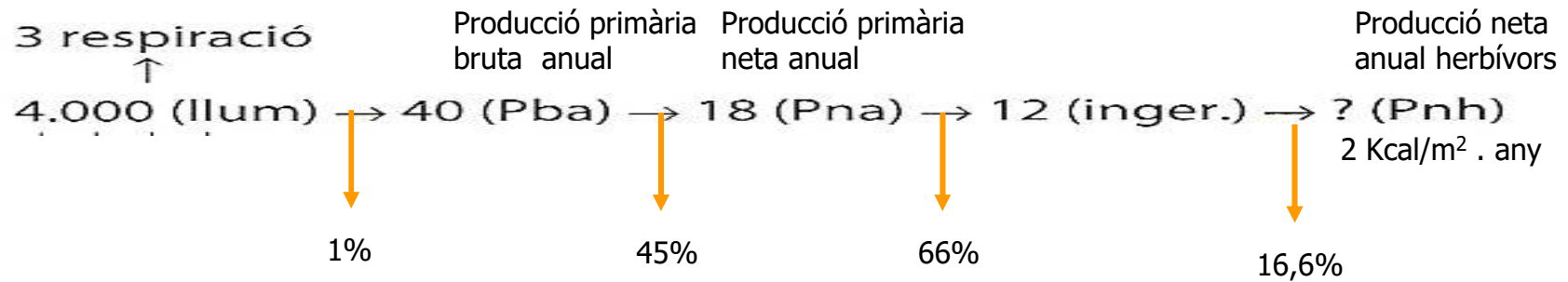
- 6 Aquests dos rectangles simbolitzen l'eficiència de dos animals amb estratègies diferents, per exemple el be i el llop. Per mitjà de les preguntes següents, intenta identificar quin correspon a quin.
- Quin dels dos presenta més eficiència expressada com a $\text{aliment assimilat} / \text{aliment ingerit}$? A què pot ser deguda aquesta diferència?
 - Quin dels dos presenta més eficiència expressada com a $PN / \text{aliment assimilat}$? A què pot ser deguda aquesta diferència?
 - Quin dels dos presenta més eficiència expressada com a $PN / \text{aliment ingerit}$?
 - Quin correspon al be i quin al llop?



- 6 En l'esquema següent es representa el cicle de la matèria i el flux de l'energia en un bosc mediterrani. Les fletxes que simbolitzen la producció són de dos colors: un indica el camí de la matèria, i l'altre, el camí de l'energia química, és a dir, l'energia emmagatzemada en aquesta matèria. Substitueix els nombres per les paraules següents: *energia lluminosa*, *producció primària*, *producció secundària*, *calor*, CO_2 , O_2 , *fotosíntesi*, *respiració*, *fulles i branques mortes*, *excrements i cadàvers*, *sals minerals* i *descomponedors*.



- 10** En el flux d'energia següent d'un bosc expressat en kcal/m² · any, esbrina els valors següents:
- Energia gastada en respiració en les plantes.
 - Energia de l'aliment ingerit pels herbívors.
 - Producció que queda disponible per als carnívors.
 - Eficiència neta de les plantes.
 - Eficiència neta dels herbívors.

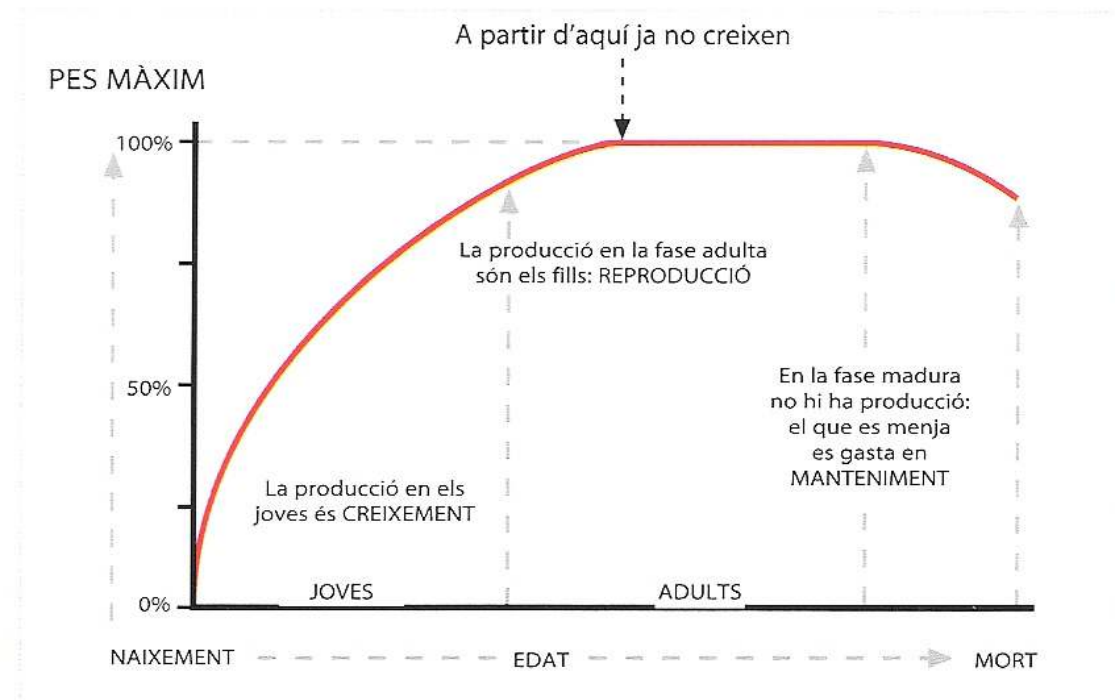


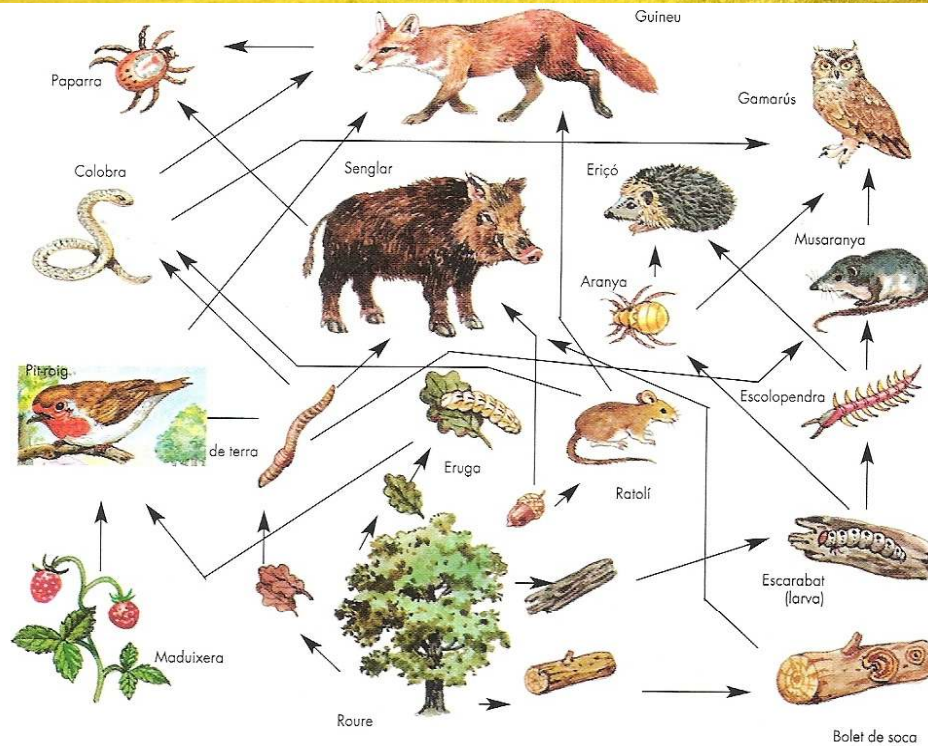
- 12** Calcula el temps de renovació i la taxa de renovació de les selves tropicals (biomassa = $40 \text{ kg pes sec/m}^2$ i producció primària neta = $2 \text{ kg pes sec/m}^2 \cdot \text{any}$) i dels deserts (biomassa = 20 g pes sec/m^2 i producció primària neta = $4 \text{ g pes sec/m}^2 \cdot \text{any}$). Quines conclusions se'n poden deduir?

Activitats

14 Observa aquesta gràfica i contesta les preguntes següents:

- En què inverteixen l'energia els individus joves, els adults i els vells?
- Escriu en una equació de tres sumands com s'obté la producció d'una espècie tenint en compte les tres etapes de la seva vida.





Algunes de les relacions d'alimentació que s'estableixen entre els organismes d'una roureda.

INTERPRETACIÓ

Xarxa tròfica en una roureda

1. Identifica la cadena de l'ecosistema terrestre representada en la pàgina anterior. Quins altres consumidors secundaris s'alimenten del roure?
2. Localitza els consumidors secundaris invertebrats d'aquest ecosistema. A quin nivell tròfic corresponen la guineu i el gamarús?
3. Justifica el tipus de relació que hi pot haver entre l'eriçó i la musaranya. Observa si s'estableix aquesta mateixa relació entre altres organismes de la xarxa.
4. Suposa que els pit-roigs desapareixen d'aquesta roureda. Analitza com podria afectar aquest fet les poblacions de roures, cucs de terra, ratolins i colobres.
5. A quin nivell tròfic correspon la paparra?