



# Τεχνική Προστασίας Περιβάλλοντος – Αρχές Αειφορίας

## Ενότητα 5: Βιογεωχημικοί κύκλοι

Μουσιόπουλος Νικόλαος  
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Περιεχόμενα ενότητας

---

- Κύκλος άνθρακα.
- Κύκλος του νερού (υδρολογικός κύκλος).
- Κύκλος αζώτου.

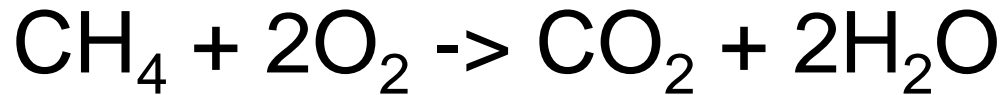


# Σκοποί ενότητας

- Διαδρομές, περιοχές αποθήκευσης, και ροές στον κύκλο του άνθρακα.
- Μελλοντική αύξηση της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub>.
- Ο κύκλος του νερού.
- Στοιχεία κατανάλωσης νερού.
- Ο κύκλος του αζώτου.
- Σχηματισμός όξινης βροχής.



# Εισαγωγή - Στοιχειομετρία



Ένα μόριο μεθανίου αντιδρά με δύο μόρια οξυγόνου και δίνει ένα μόριο ιοξειδίου του άνθρακα και δύο μόρια νερού.

Μοριακό βάρος μίας ένωσης είναι το άθροισμα των ατομικών βαρών των στοιχείων από τα οποία αποτελείται.

Εάν διαιρεθεί η συνολική μάζα μίας ενώσεως με το μοριακό της βάρος, το αποτέλεσμα δίνει τη μάζα εκφρασμένη σε moles. Όταν η μάζα είναι εκφρασμένη σε γραμμάρια τότε τα moles ονομάζονται gmoles.

Ένα gmole περιέχει  $6,022 \times 10^{23}$  μόρια.

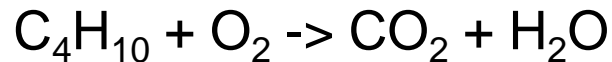


# Παράδειγμα: Καύση του Βουτανίου

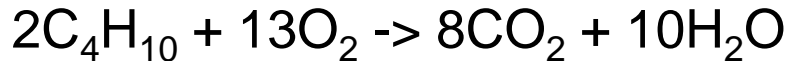
Πόση είναι η μάζα του CO<sub>2</sub> που προκύπτει από την καύση 100 g βουτανίου;

Λύση

Πρώτα γράφεται η αντίδραση:



Στη συνέχεια διορθώνεται η στοιχειομετρία της αντίδρασης:



Βρίσκεται το μοριακό βάρος του βουτανίου (Ατομικό βάρος C=12, H=1):

$$\text{C}_4\text{H}_{10} = 4 * 12 + 10 * 1 = 58 \text{ g/mol}$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης 2 mol βουτανίου δίνουν 8 mol CO<sub>2</sub>, ή 2 \* 58 = 116 g CO<sub>2</sub>, άρα αναλογικά βρίσκουμε ότι για 100 g βουτανίου θα έχουμε:

$$100 * 352/116 = 303 \text{ g CO}_2$$



# Molarity (M) και θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο

Πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα εκφράζονται ως συγκεντρώσεις των ουσιών διαλυμένων στο νερό. Έτσι molarity (M) είναι ο αριθμός των moles της ουσίας διαλυμένων σε ένα λίτρο νερό. Διάλυμα 1 M είναι ένα διάλυμα με ένα mol ουσίας διαλυμένο σε νερό ώστε το συνολικό μίγμα να έχει όγκο 1 λίτρο. Επίσης ισχύει η σχέση:

$$\text{mg/L} = \text{Molarity (mol/L)} * \text{Μοριακό βάρος (g/mol)} * 10^3 \text{ (mg/g)}$$

## *Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο*

Εάν η χημική σύνθεση μιας ουσίας είναι γνωστή, τότε μπορεί να υπολογιστεί η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για να οξειδωθεί η ουσία σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό, με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης. Αυτή η ποσότητα ονομάζεται *Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο*. Όταν η οξείδωση γίνεται από βακτήρια (μικροοργανισμούς) που καταναλώνουν την ουσία, τότε η απαιτούμενη ποσότητα του οξυγόνου ονομάζεται *Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο* και συμβολίζεται ως BOD. Το BOD είναι μικρότερο από το θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο επειδή μία ποσότητα άνθρακα δε μετατρέπεται σε CO<sub>2</sub> αλλά σε ιστούς μικροοργανισμών. Η ποσότητα BOD χρησιμοποιείται ευρέως στον ποιοτικό χαρακτηρισμό των υγρών αποβλήτων.

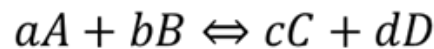




# Χημική ισορροπία

Οι περισσότερες αντιδράσεις γίνονται αντιστρεπτά και προς τις δύο κατευθύνσεις. Όταν οι ταχύτητες των αντιδράσεων και προς τις δύο κατευθύνσεις είναι ίσες τότε λέγεται ότι η αντίδραση έχει φτάσει σε *χημική ισορροπία*.

Γενικά για δύο ουσίες A και B που αντιδρούν και παράγουν δύο άλλες ουσίες C και D γράφεται ότι:



Στην ισορροπία μπορεί να υπολογιστεί η *σταθερά ισορροπίας* της παραπάνω αντίδρασης K από τις συγκεντρώσεις των ενώσεων:

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

όπου [A] είναι η συγκέντρωση της ενώσεως A σε mol/L.



# Σταθερά ιονισμού

Πολλές ενώσεις όταν διαλύονται στο νερό χωρίζονται σε αντιθέτως φορτισμένα ιόντα. Τα θετικά ιόντα ονομάζονται *κατιόντα*, ενώ τα αρνητικά φορτισμένα ονομάζονται *ανιόντα*. Η εξίσωση υπολογισμού της σταθεράς ισορροπίας εφαρμόζεται και στο διαχωρισμό μιας ενώσεως σε ιόντα, οπότε η σταθερά  $K$  ονομάζεται *σταθερά ιονισμού*.

Επειδή συνήθως οι τιμές των ή ορισμένων συγκεντρώσεων είναι πολύ μικρές, χρησιμοποιείται η λογαριθμική κλίμακα μέτρησής τους. Για παράδειγμα, η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου  $H^+$  μετριέται ως:

$$pH = -\log[H^+]$$

όπου  $[H^+]$  είναι η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου.



# Earth: Matter does not come and go

Earth is a  
Closed  
System  
to Matter.

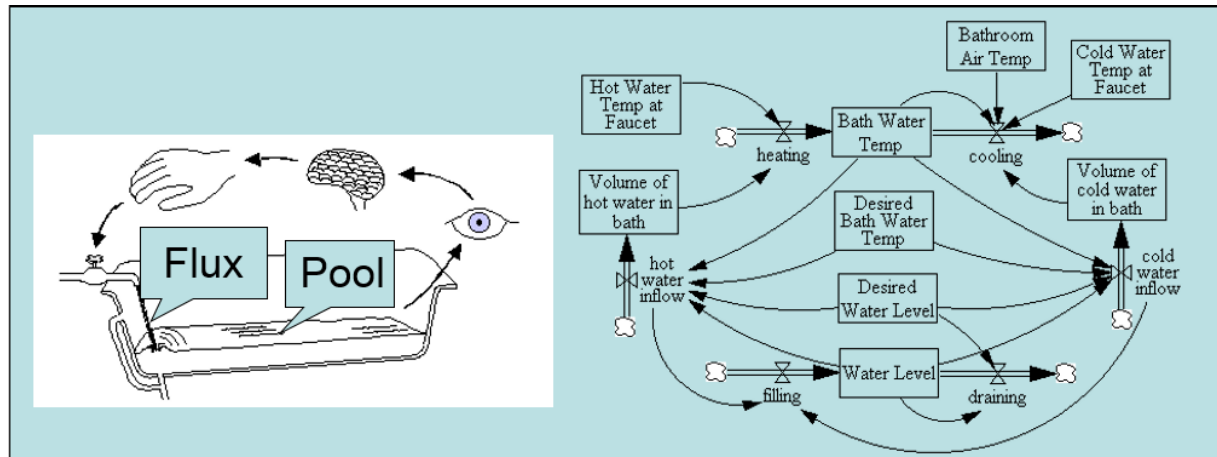


Πηγές: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG218&openDir=/4ac62a09v4li>, 17/08/201,  
<http://hrsbstaff.ednet.ns.ca/vturner/handouts%20Geology/Power%20Points/Spheres%20of%20the%20Earth.pdf>,  
21/08/2015.



# What is a system? (1/2)

- **System:** a collection of matter, parts, or components which are included inside a specified, often arbitrary, boundary.
- Systems often have inputs and outputs.

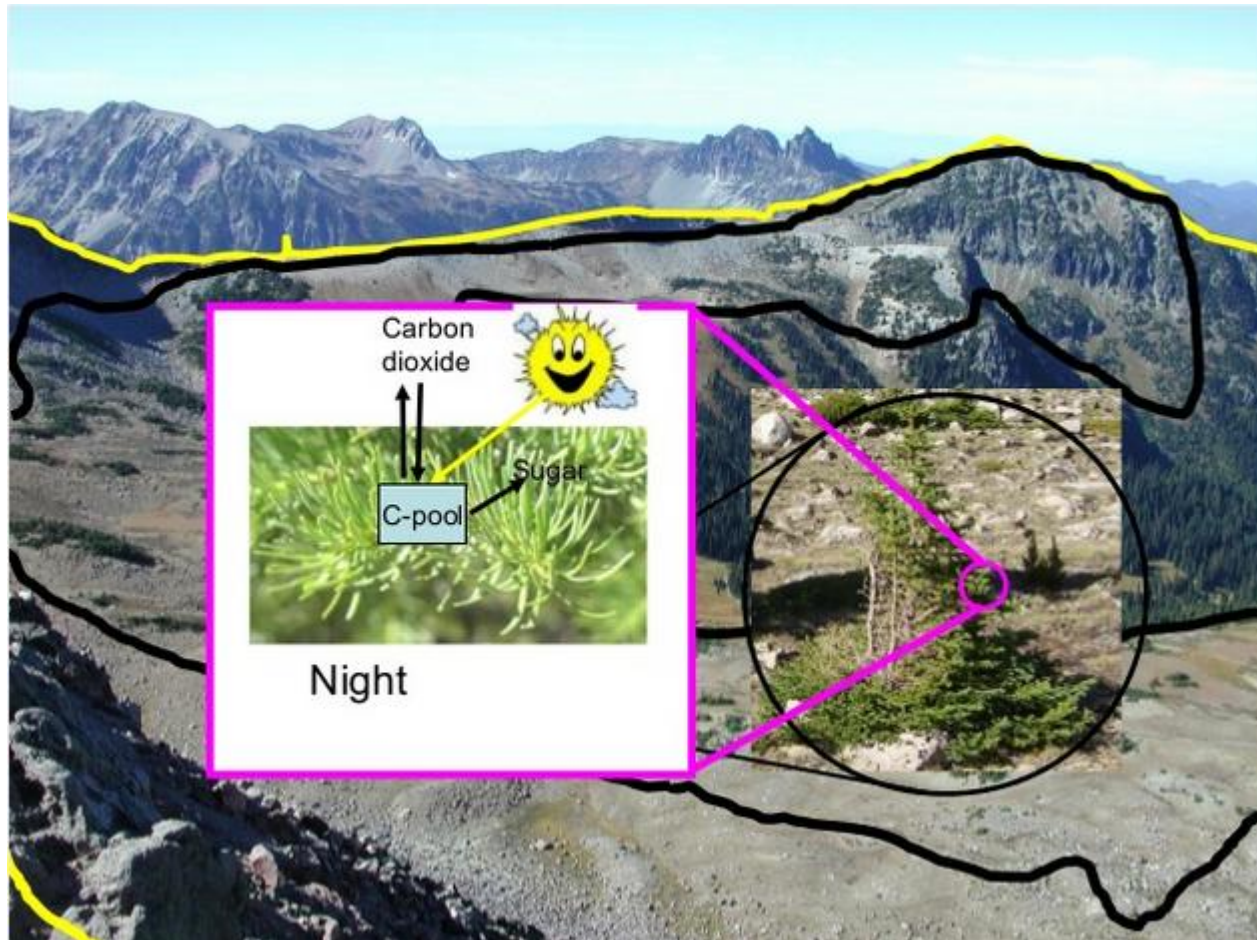


Πηγές: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG218&openDir=/4ac62a09v4li>, 17/08/2015, <http://www.slideshare.net/debbieanhall/envir100-lect083-4451655>, 21/08/2015.





# What is a system? (2/2)

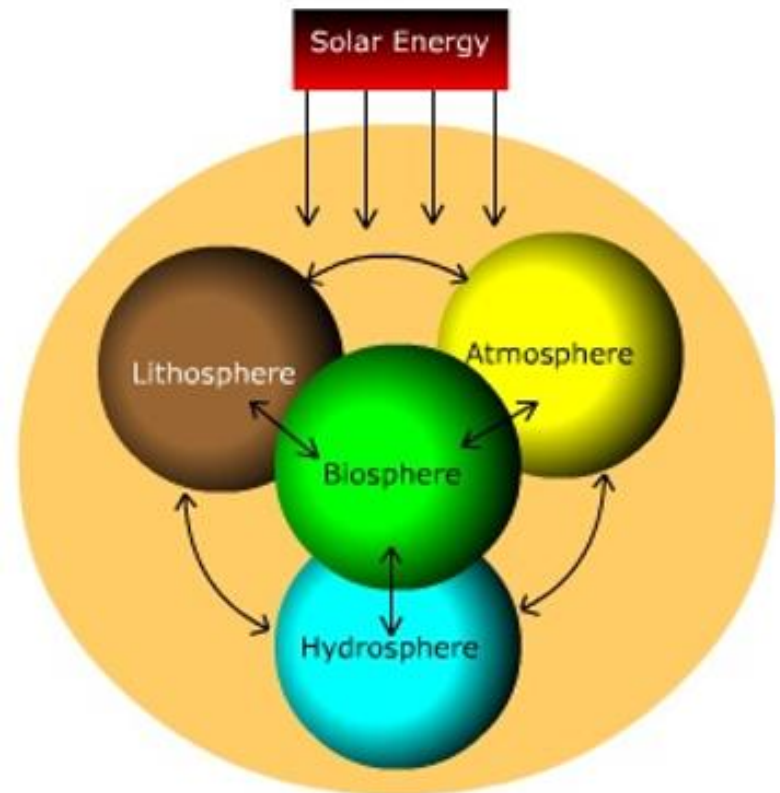


Πηγή: <http://www.slideshare.net/debbieanhall/envir100-lect083-44516554>, 21/08/2015.



# What are biogeochemical cycles?

- Earth system has four parts:
  - Atmosphere.
  - Hydrosphere.
  - Lithosphere.
  - Biosphere.
- Biogeochemical cycles: The chemical interactions (cycles) that exist between the atmosphere, hydrosphere, lithosphere and biosphere.
- Abiotic (physio-chemical) and biotic processes drive these cycles.
- Focus on carbon, nitrogen, water cycles (but could include all necessary elements for life).



Πηγή:

[https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Forest\\_ecology/L5\\_Biogeochemical\\_cycles\\_in\\_forest\\_ecosystems.pdf](https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Forest_ecology/L5_Biogeochemical_cycles_in_forest_ecosystems.pdf)  
21/08/2015.

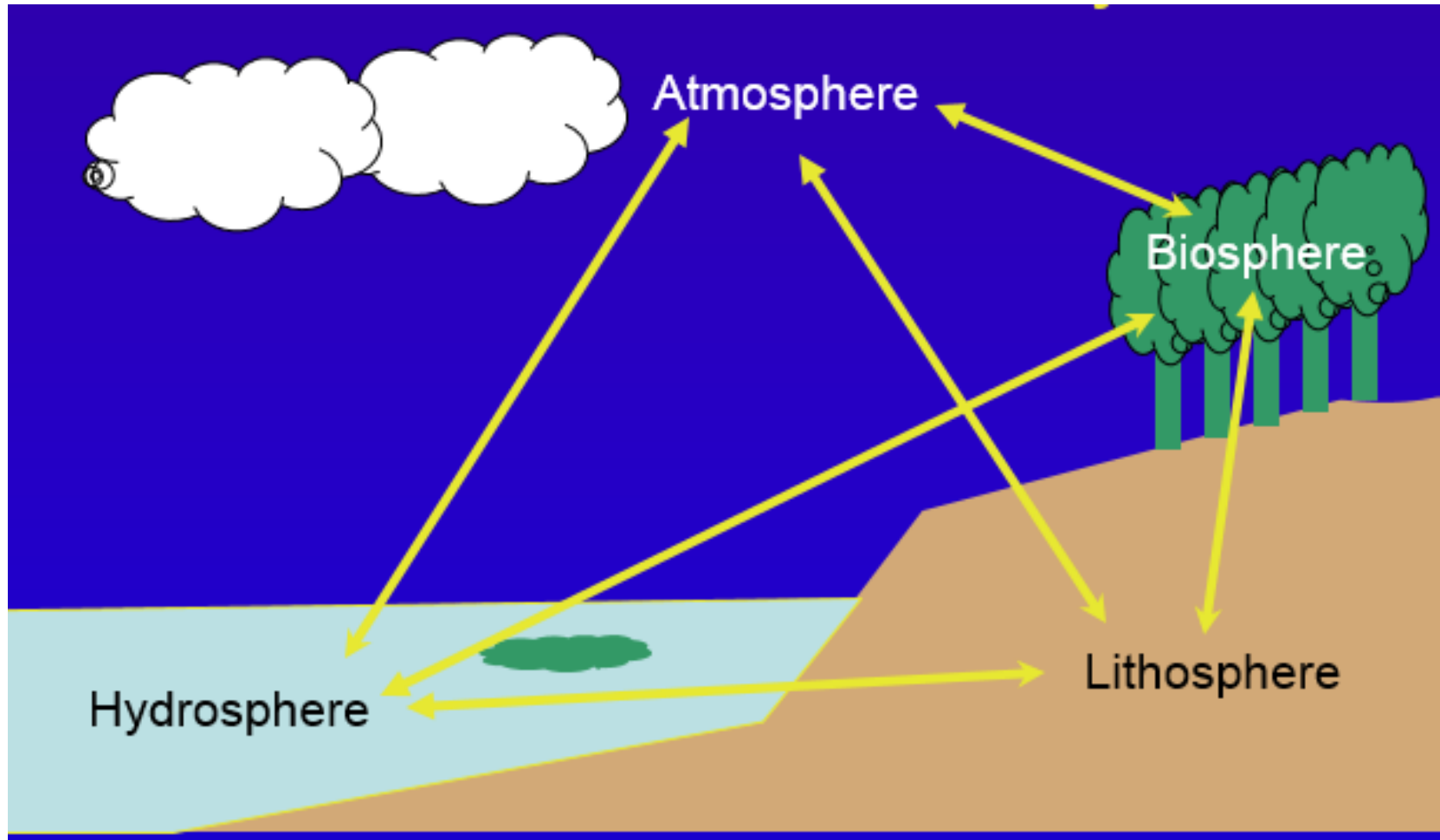


# What is common amongst them?

- Typical exist in all four parts of the Earth System.
- There are 'pools'.
- Are transformed chemically or biochemically.
- There are fluxes between the pools.
- Transformations are important.
- Transformations can lead to positive and negative consequences.



# Biogeochemical Cycles: Reservoirs & Pathways



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



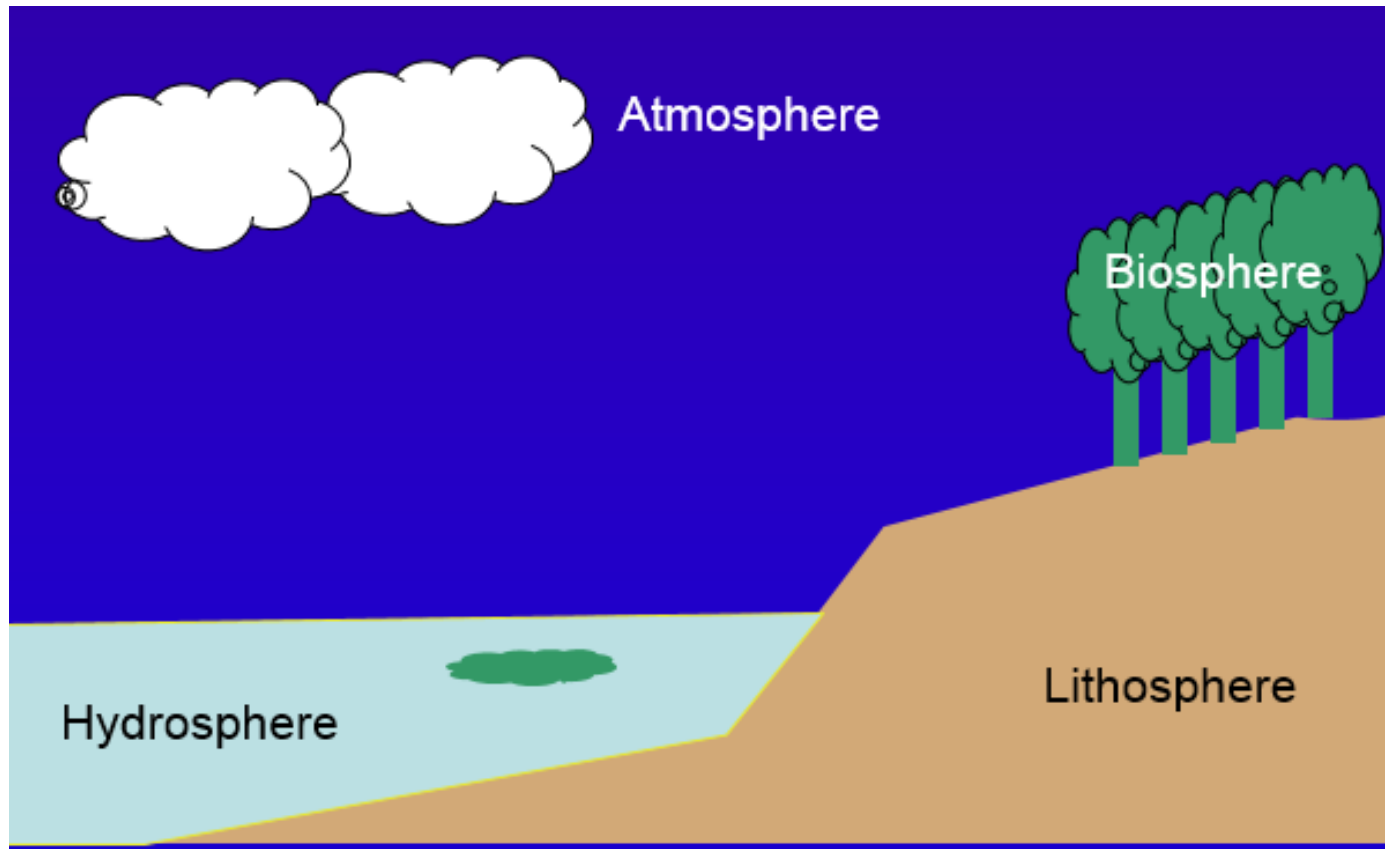


# Transformations - Examples

1. Carbon cycle: Organic compounds to  $\text{CO}_2$  (process: decomposition or fire).
2. Carbon cycle:  $\text{CO}_2$  to organic compounds (process: photosynthesis).
3. Nitrogen cycle:  $\text{N}_2$  to  $\text{NO}_3$  (atmospheric nitrogen to plant utilizable nitrate) (process: N-fixation).
4. Nitrogen cycle:  $\text{N}_2$  to  $\text{NH}_3$  (plant utilizable ammonia) (process: Haber-Bosch Industrial N-fixation).
5. Water cycle: Liquid water to water vapor (process: evaporation and evapo-transpiration).
6. Water cycle: Water vapor to liquid water (process: condensation).



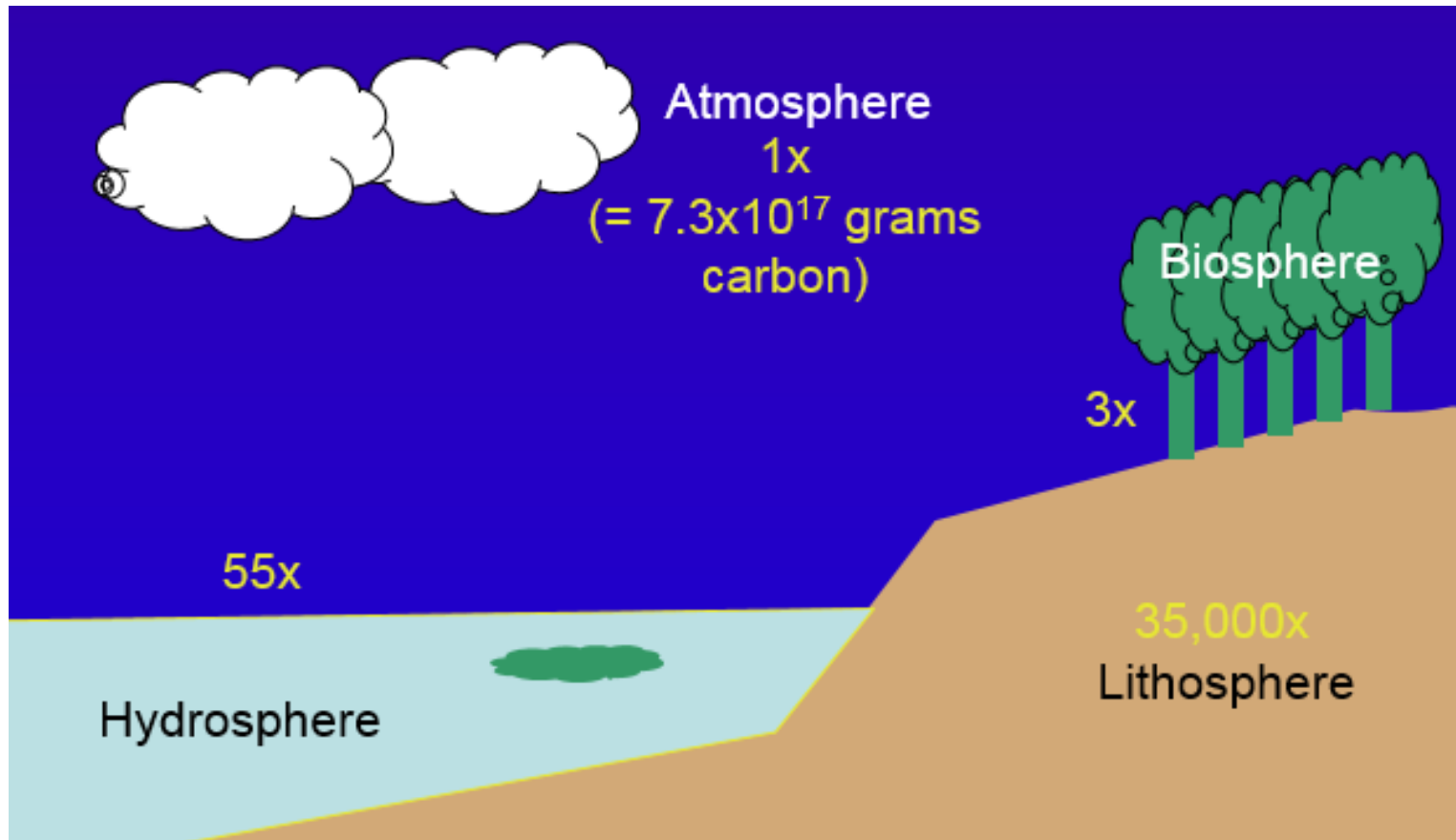
# Carbon Cycle (1/5)



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



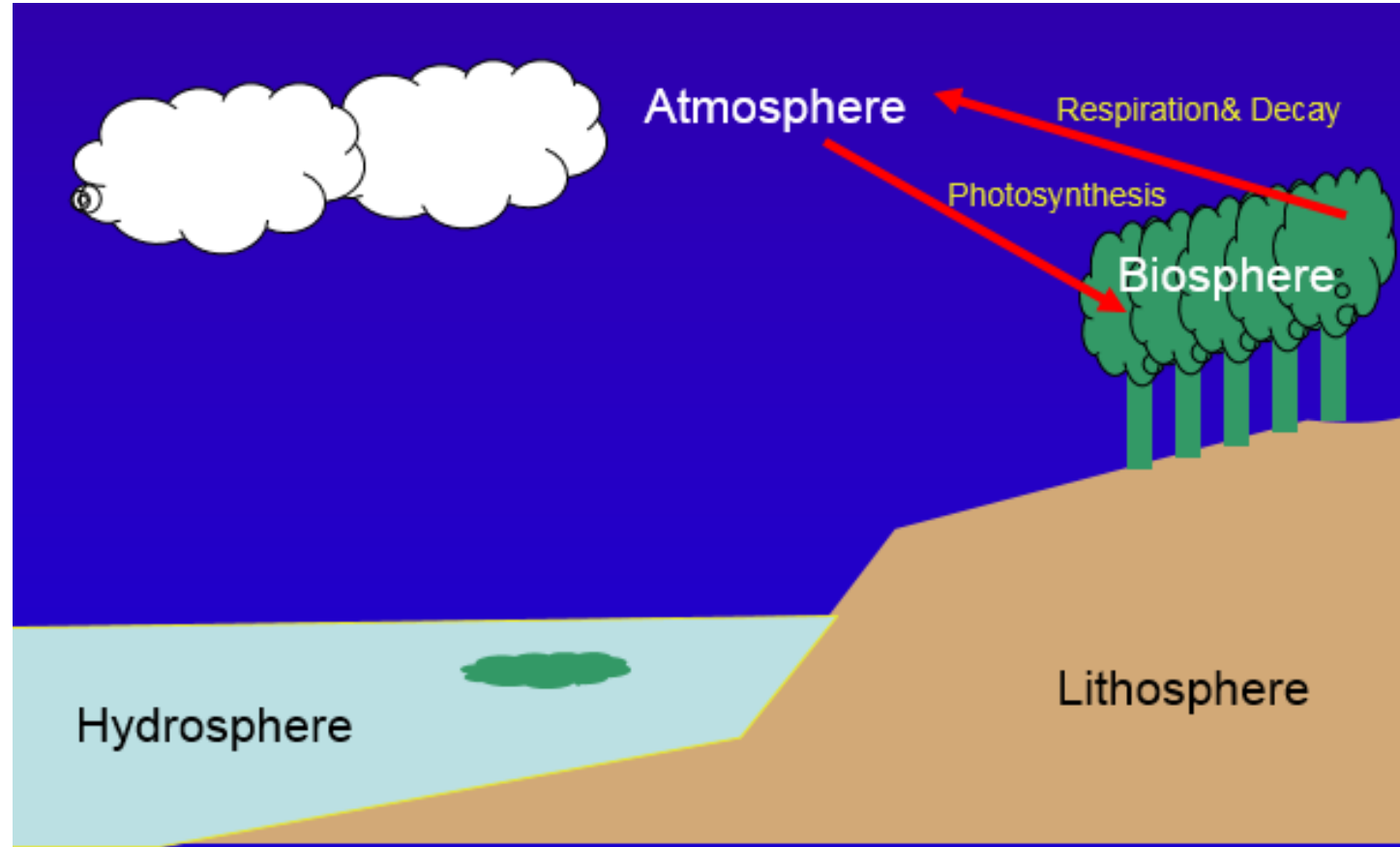
# Carbon Cycle: Reservoirs



Πηγή: : <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



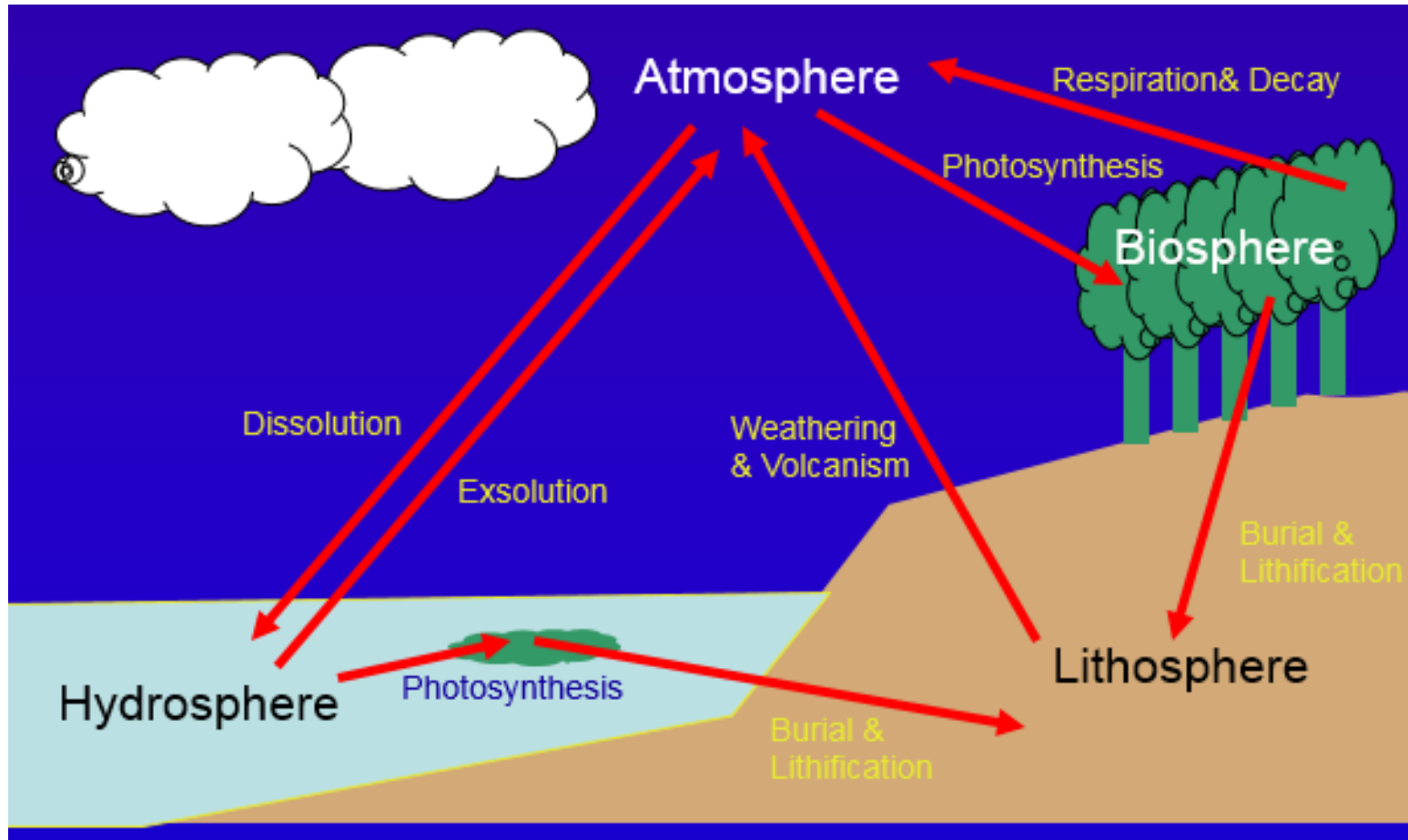
# Carbon Cycle (2/5)



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



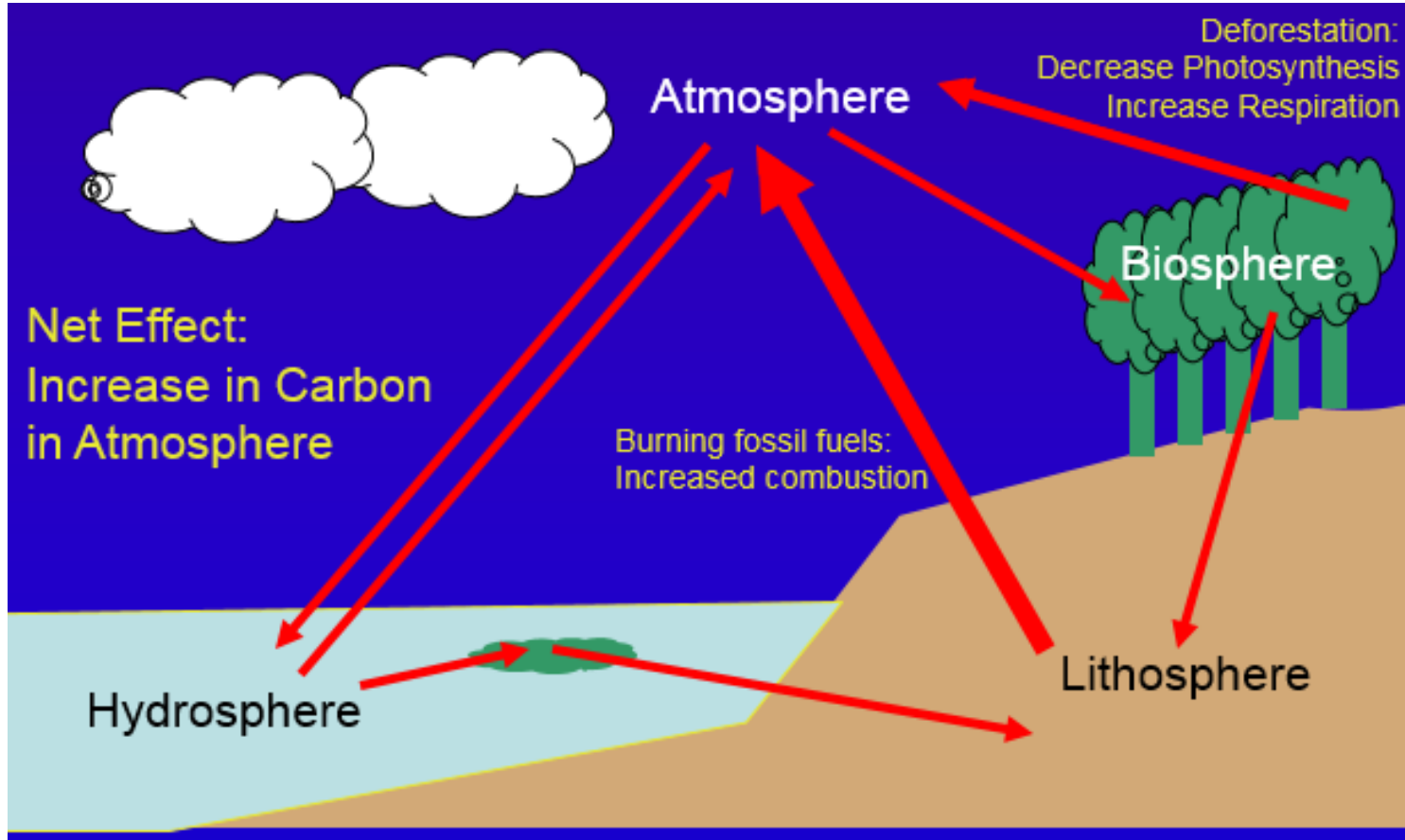
# Carbon Cycle (3/5)



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



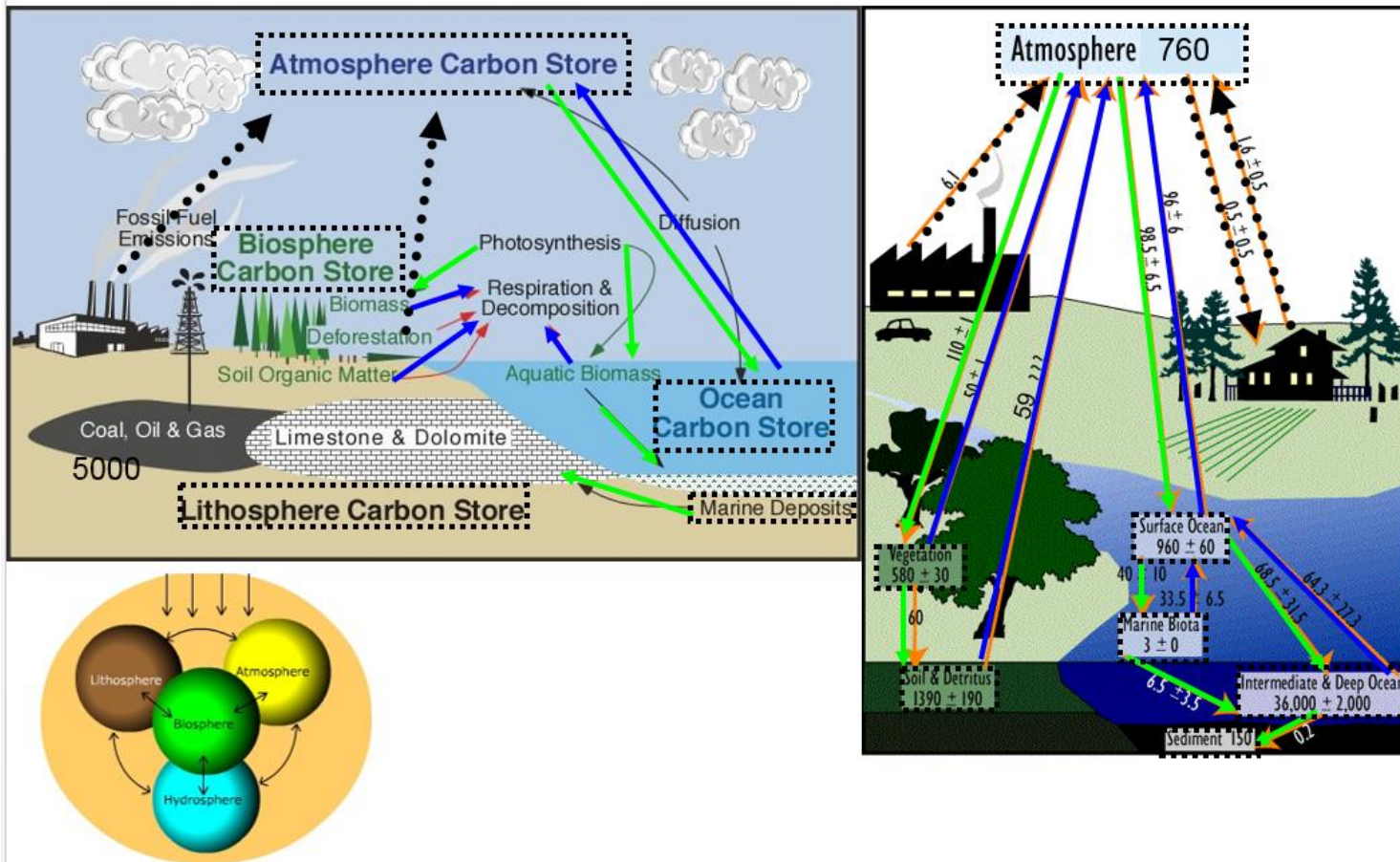
# Carbon Cycle (4/5)



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



# Carbon Cycle (5/5)



Πηγές: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG218&openDir=/4ac62a09v4li>, 17/08/2015, [http://www.epa.gov/climatechange/kids/carbon\\_cycle\\_version2.html](http://www.epa.gov/climatechange/kids/carbon_cycle_version2.html), 18/08/2015.



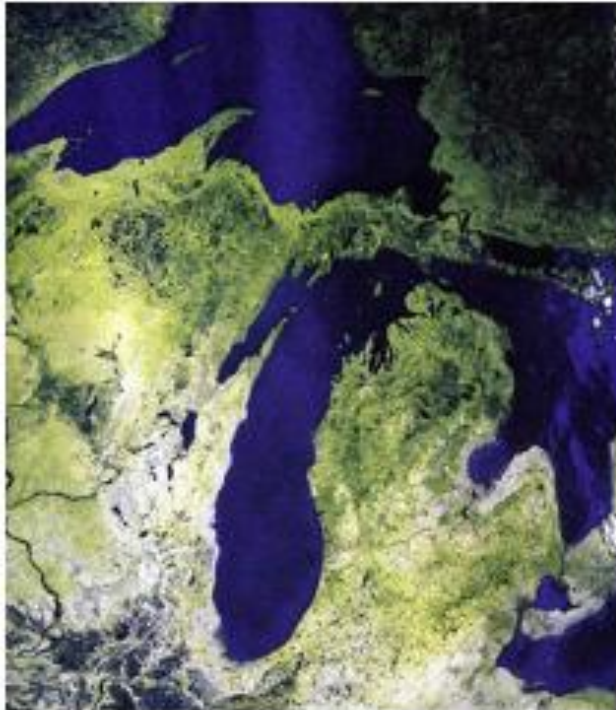
# Key Aspects of the Carbon Cycle

- Carbon is the skeleton of all life.
- Carbon dioxide is a critical gas:
  - Taken up by plants in photosynthesis.
  - Released by plants and animals in respiration.
  - Released during decomposition (and fires).
  - Greenhouse gas (greenhouse effect - your car in the sun).





# Accounting for Water (distribution of water in km<sup>3</sup> x 10<sup>6</sup>)



*The Laurentian Great Lakes.*

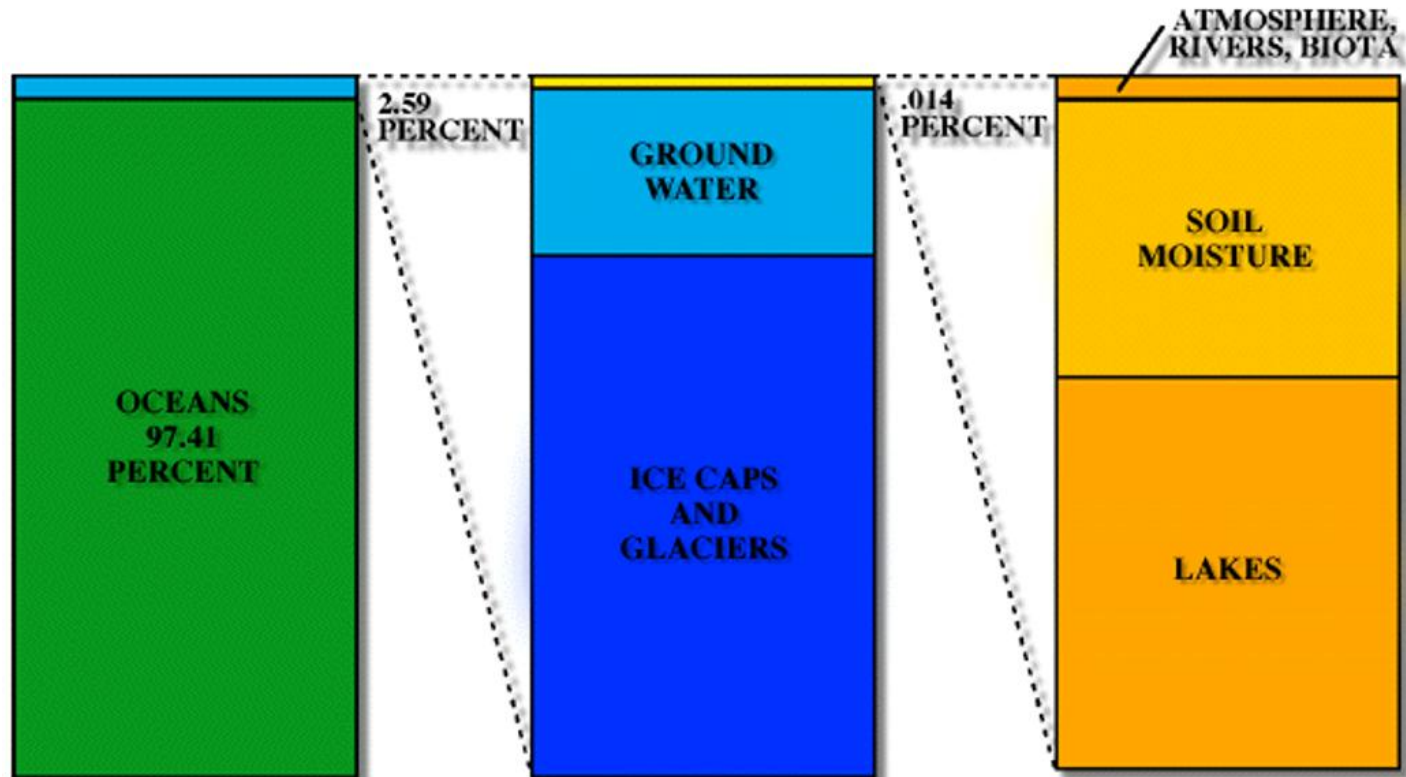
Πηγή:

[http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm),  
21/08/2015.

<b>Rocks (not usable)</b>	<b>25,000</b>
<b>Oceans (97.4% of usable water)</b>	<b>1,350</b>
<b>Ice</b>	<b>27.5</b>
<b>Groundwater</b>	<b>8.2</b>
<b>Lakes and Rivers</b>	<b>0.025</b>
<b>Atmosphere (vapor)</b>	<b>0.013</b>



# Accounting for Water (1/2)

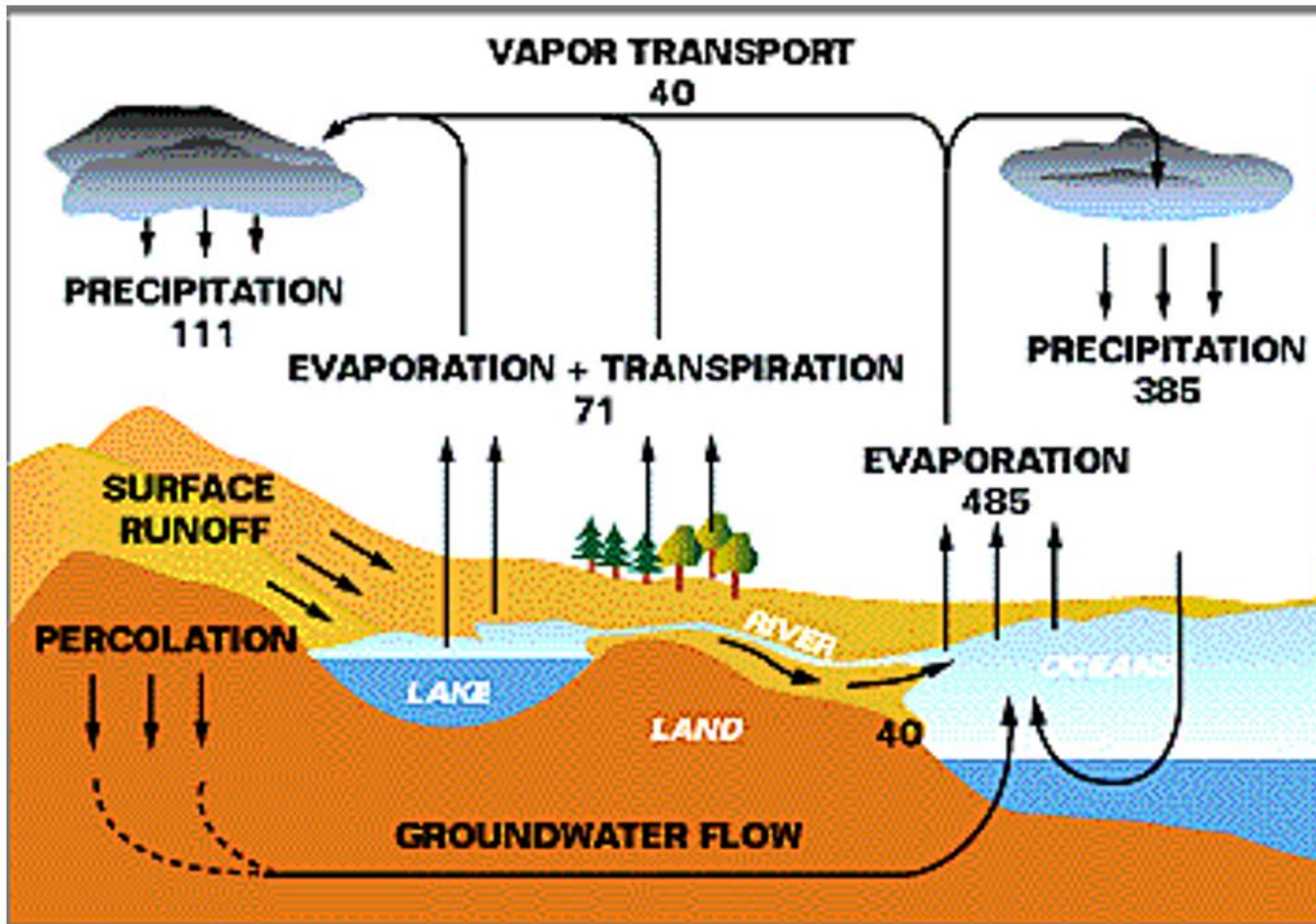


Πηγή:

[http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/klings/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/klings/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm),  
21/08/2015.



# Accounting for Water (2/2)

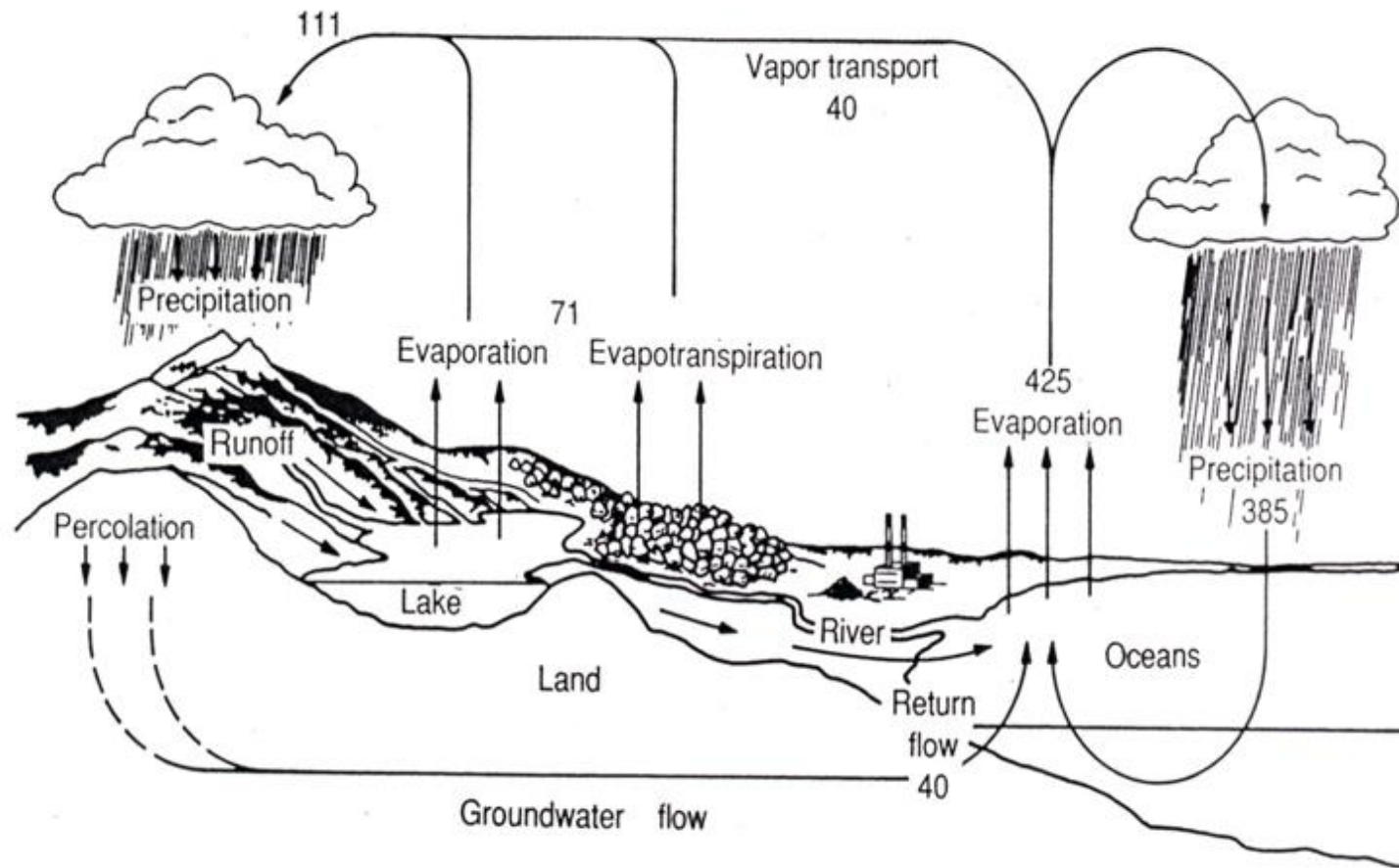


Πηγή:

[http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/klings/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/klings/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm),  
21/08/2015.



# Global Water Cycle (Water fluxes in 1000 km<sup>3</sup>/yr)

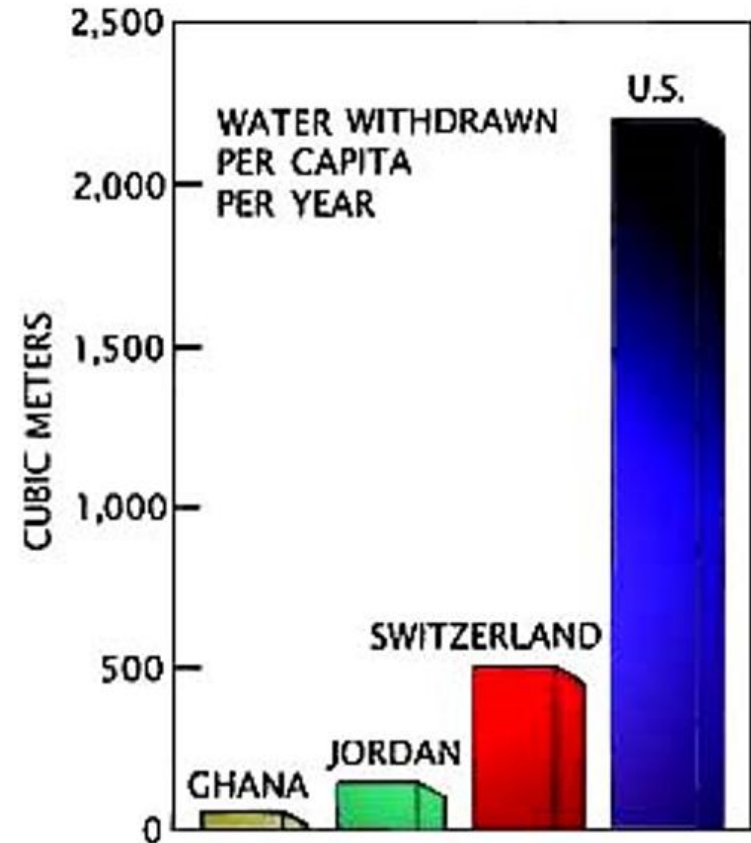
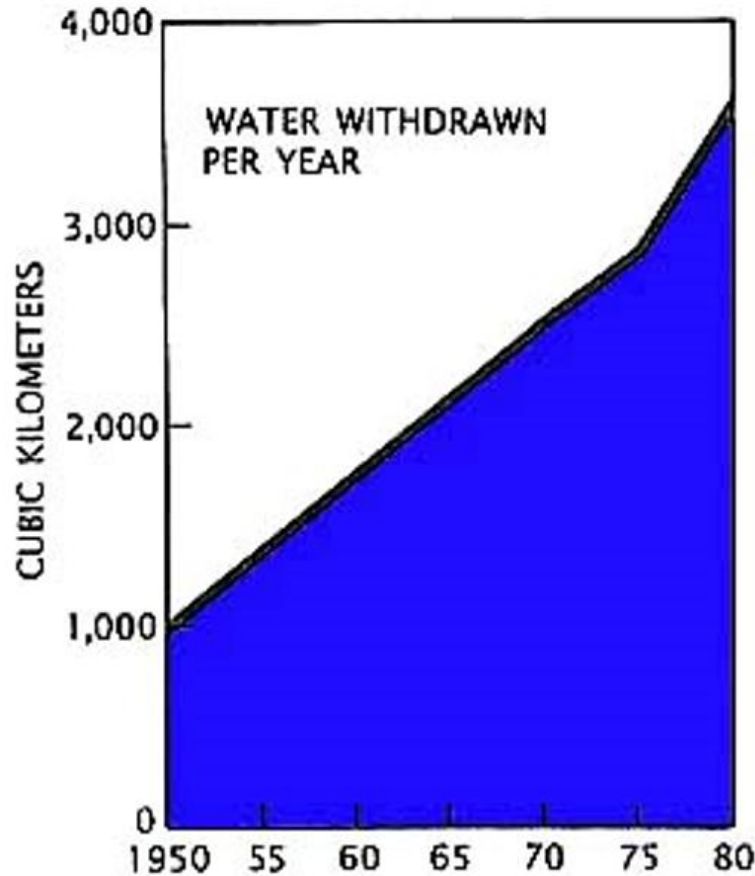


Πηγή: [http://www.powershow.com/view1/71270-](http://www.powershow.com/view1/71270-ZDc1Z/Global_Water_Cycle_Water_fluxes_in_1000_km3_yr_powerpoint_ppt_presentation)

[ZDc1Z/Global\\_Water\\_Cycle\\_Water\\_fluxes\\_in\\_1000\\_km3\\_yr\\_powerpoint\\_ppt\\_presentation](http://www.powershow.com/view1/71270-ZDc1Z/Global_Water_Cycle_Water_fluxes_in_1000_km3_yr_powerpoint_ppt_presentation), 21/08/2015.



# Water withdrawn

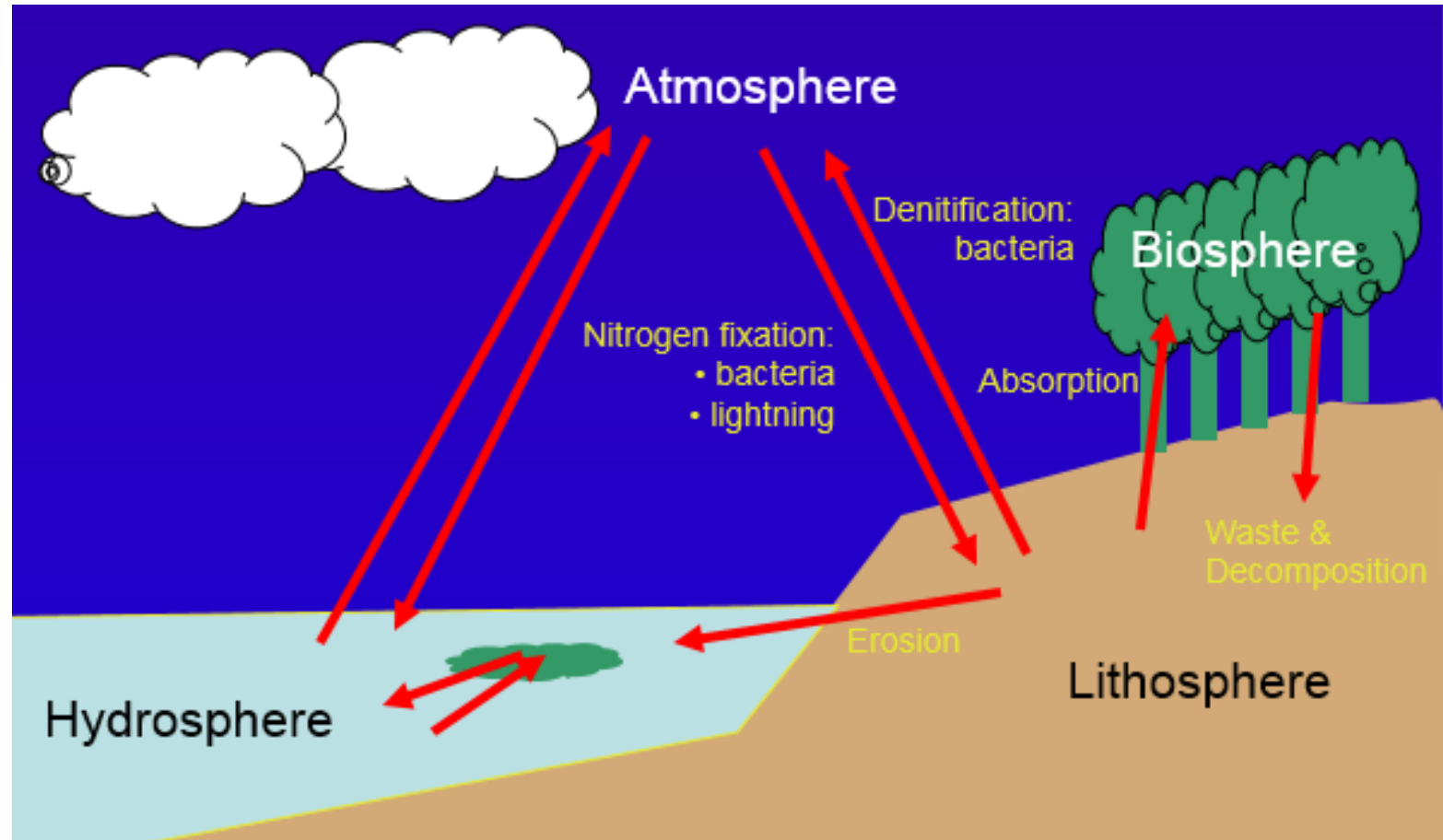


Πηγή:

[http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm),  
21/08/2015.



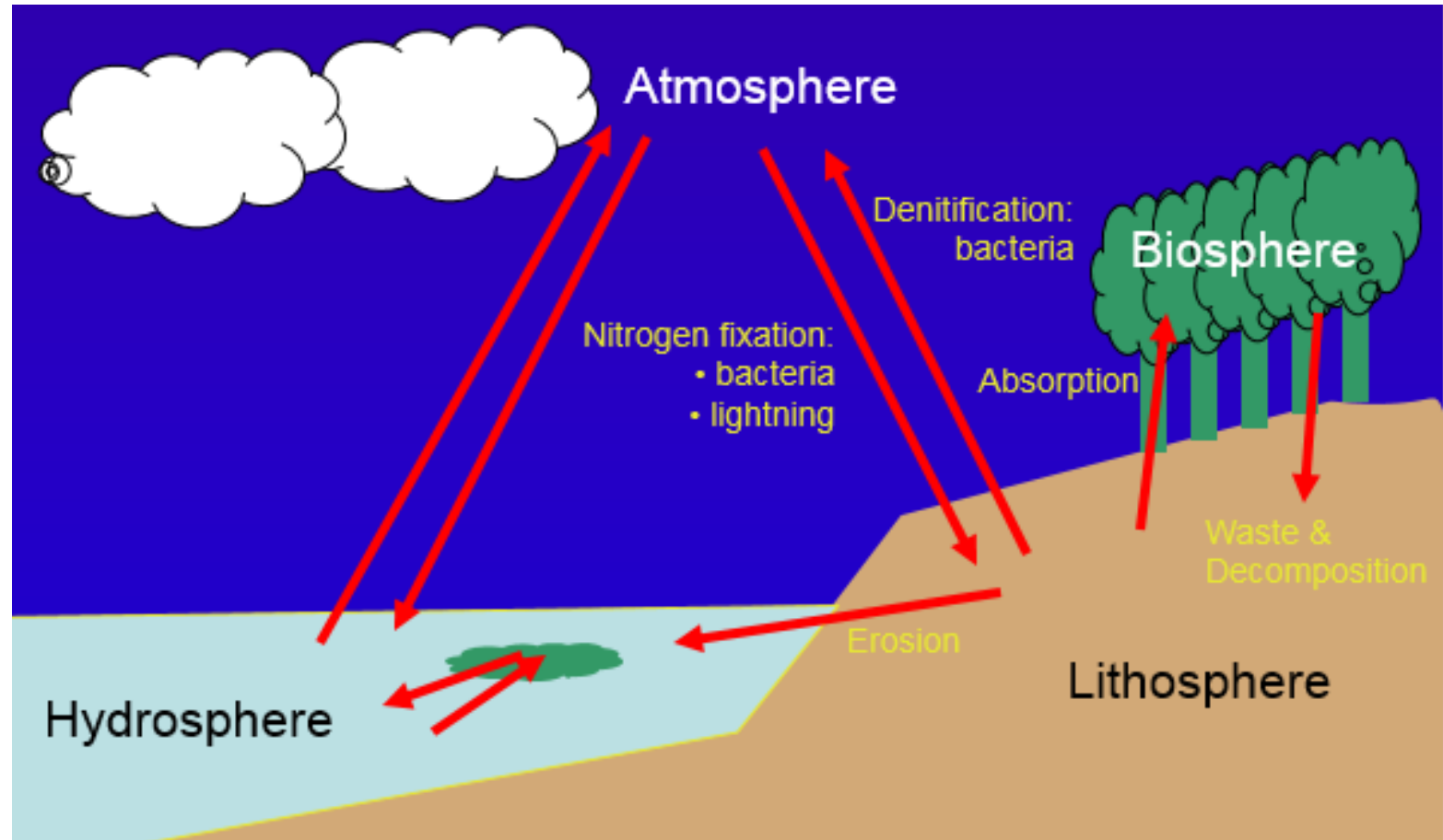
# Nitrogen Cycle (1/3)



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



# Nitrogen Cycle (2/3)



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



# Nitrogen-Fixing Bacteria in Root Nodules

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG218&openDir=/4ac62a09v4li>, 17/08/2015.





# Nitrogen Cycle (3/3)

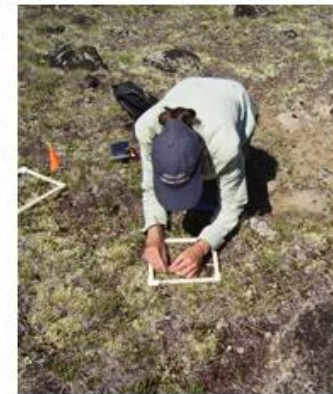
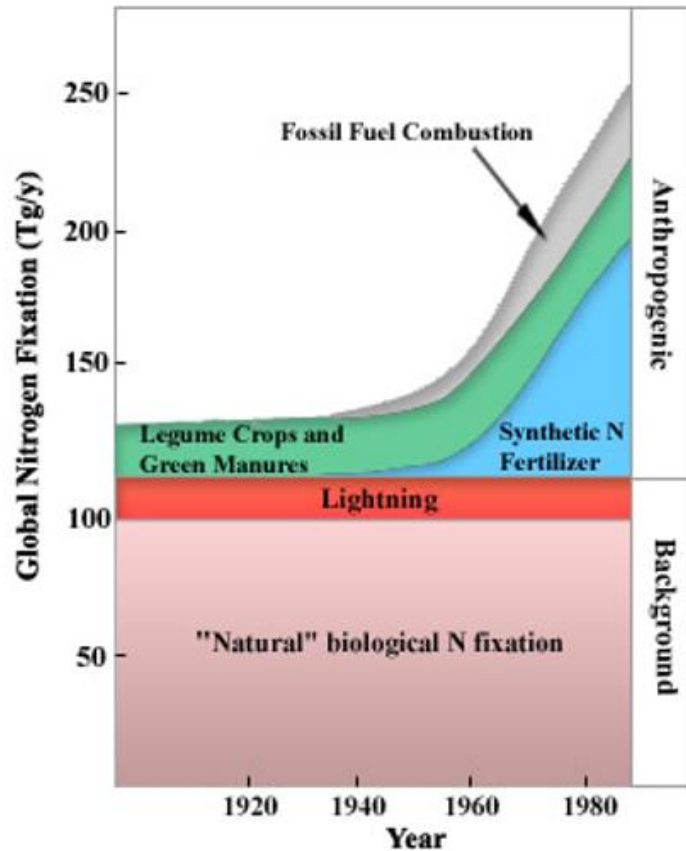
Losses of nitrogen from system:

- In bogs, lakes (places of low oxygen),  $\text{NO}_3^-$  is converted to  $\text{N}_2$  by bacteria (get their oxygen from the  $\text{NO}_3^-$ ).
- Volatilization of  $\text{NH}_4^+$  (urea) to ammonia gas ( $\text{NH}_3$ ) - warm, dry conditions.
- Leaching of  $\text{NO}_3^-$  (nitrate).
- Erosion.
- Fire (combustion).

Πηγή: <http://soil.gsfc.nasa.gov/NFTG/nitrocyc.htm>, 17/08/2015.



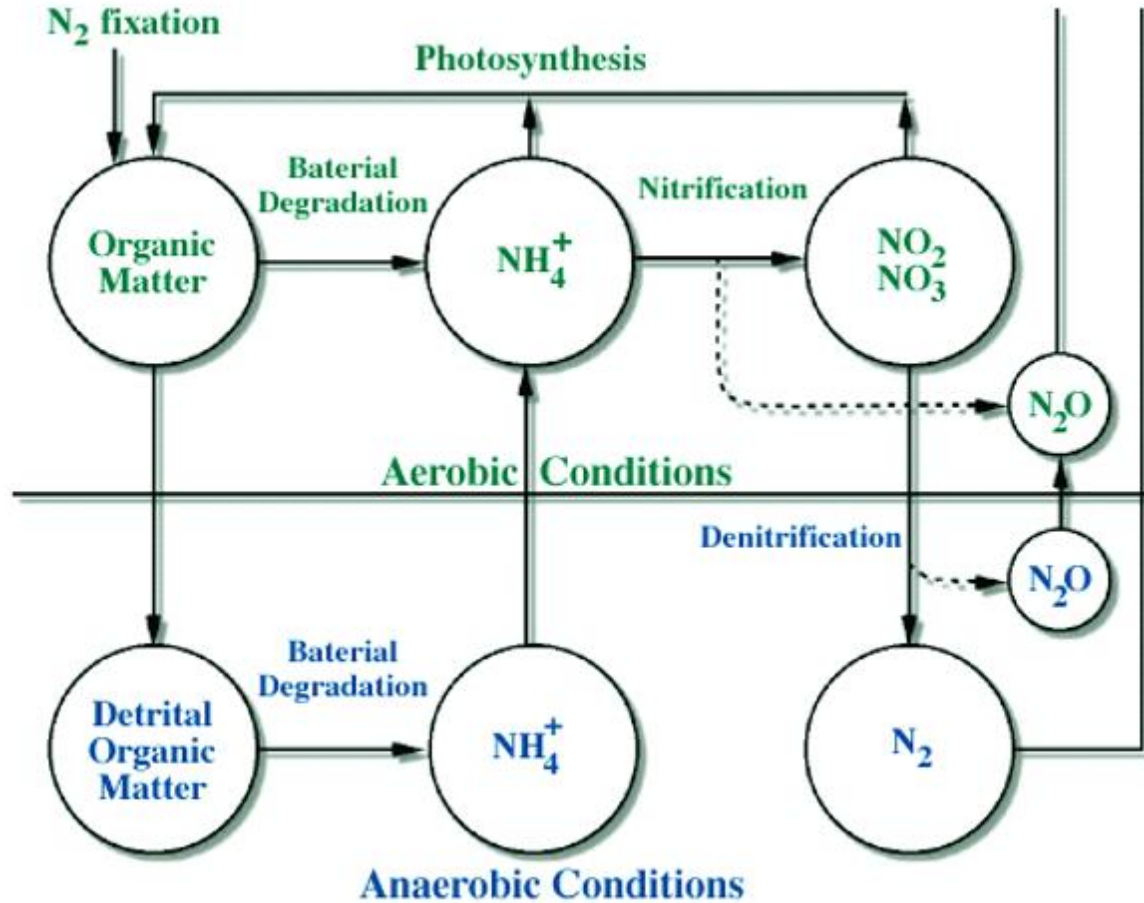
# Nitrogen Sources over time



Πηγή: <http://www.visionlearning.com/en/library/Earth-Science/6/The-Nitrogen-Cycle/98>, 21/08/2015.



# Aerobic and anaerobic conditions

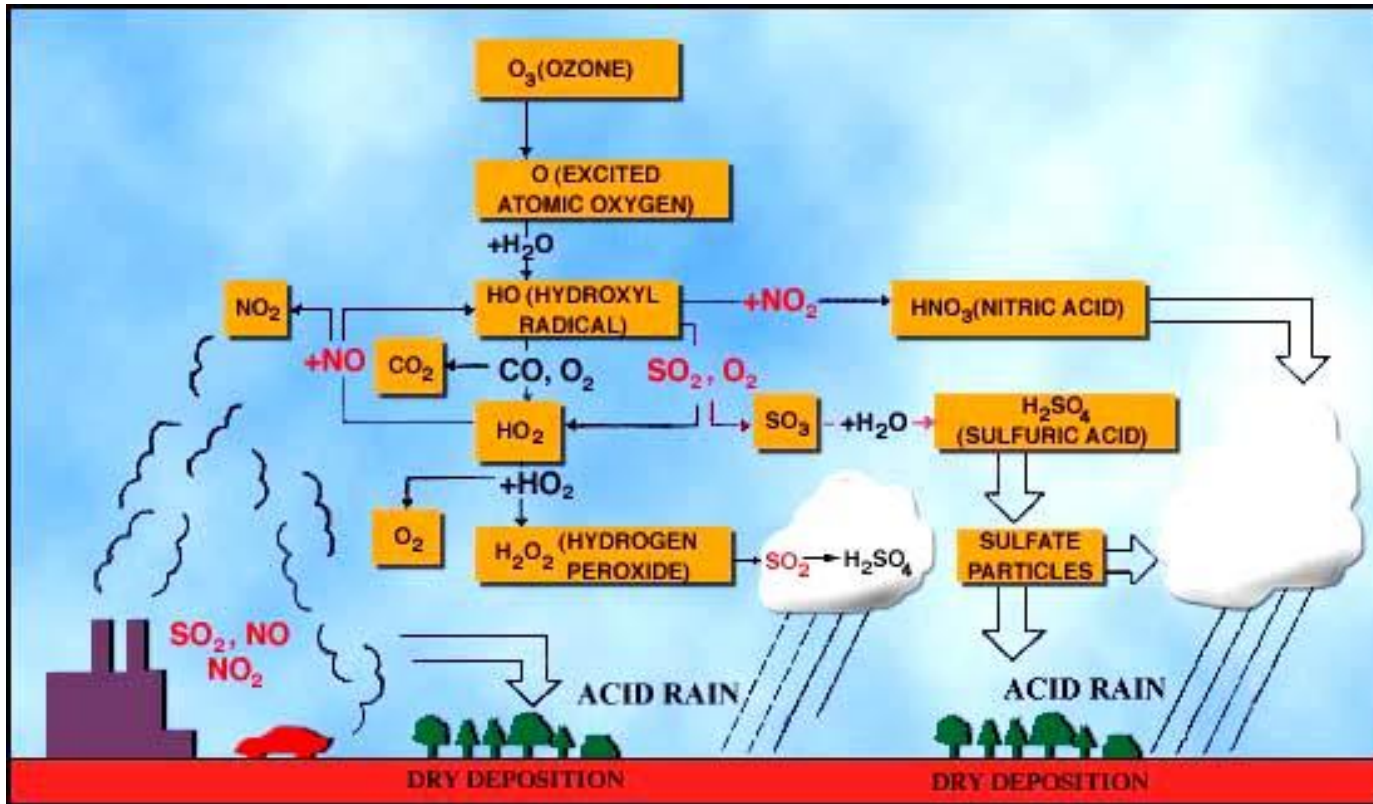


Πηγή:

[http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm),  
21/08/2015.



# Ozone

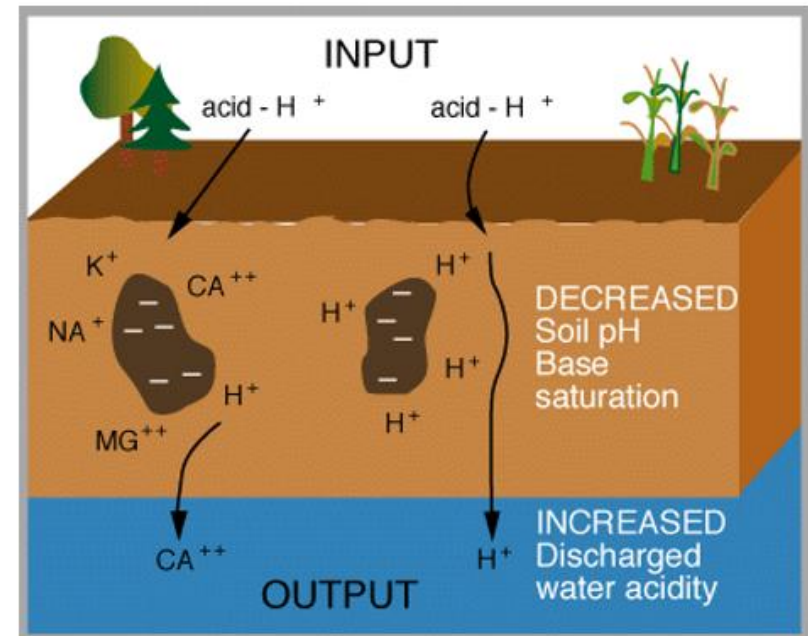
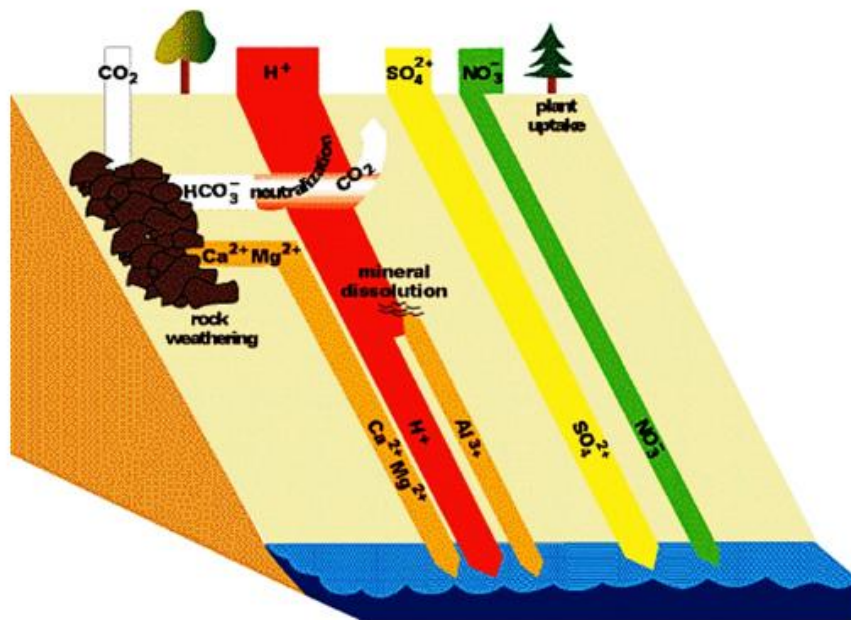


Πηγή:

[http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm),  
21/08/2015.



# Input - Output



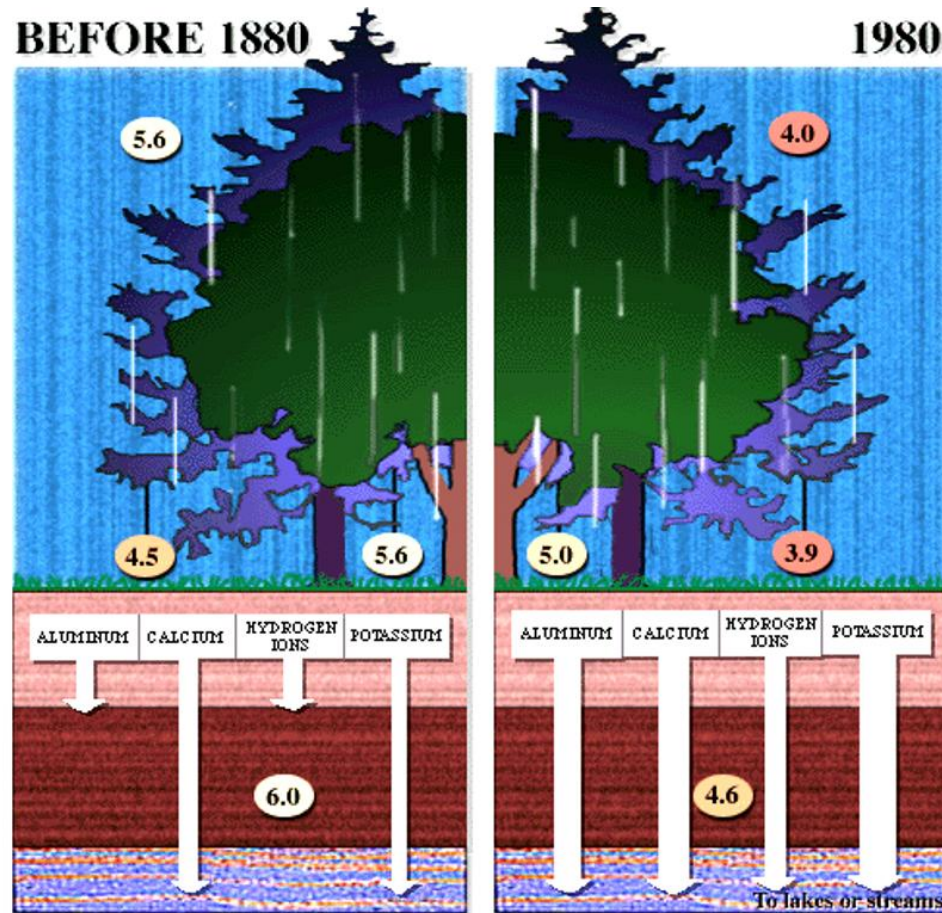
Πηγή:

[http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm),  
21/08/2015.





# Before 1880 - 1980



Πηγή:

[http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm),  
21/08/2015.

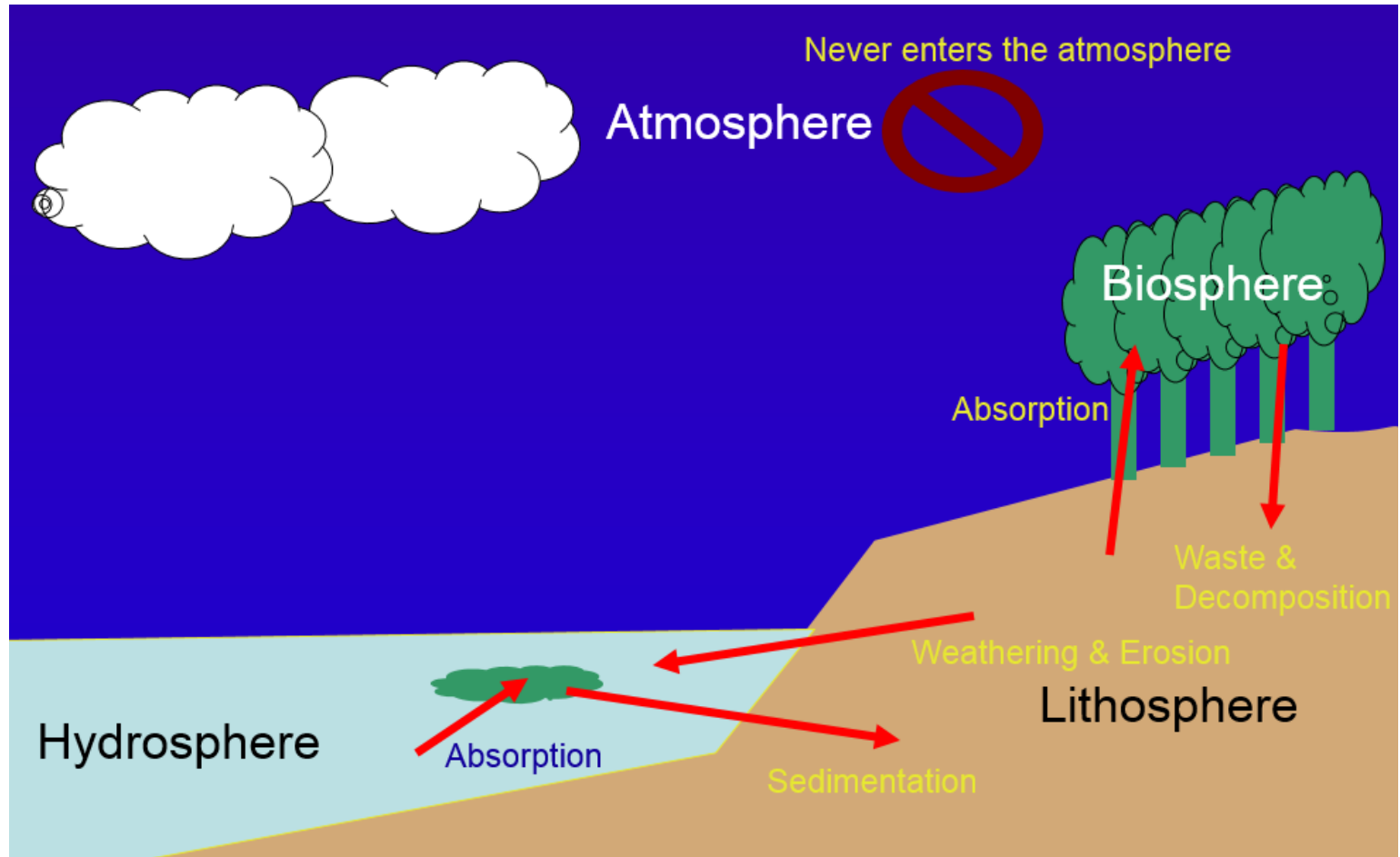


# Nitrogen Cycle: Key Points

- Nitrogen is in the atmosphere as  $N_2$  (78%).
- $N_2$  is an inert gas and cannot be used by plants or animals.
- $N_2$  can be converted to a usable form via:
  - Lightening.
  - N-fixing plants and cyanobacteria.
  - Industrial process.
- Nitrogen limits plant growth.



# Phosphorous Cycle

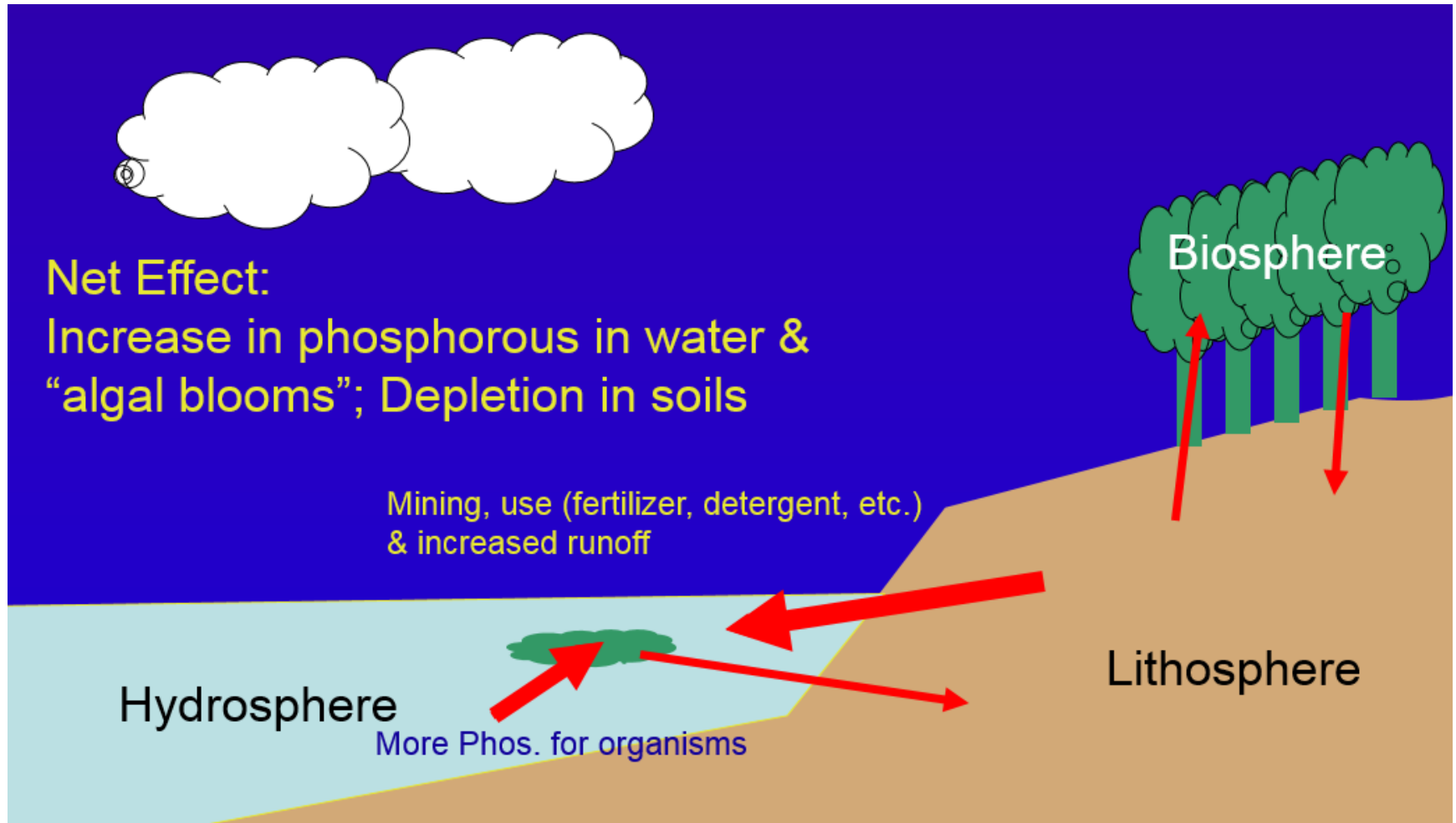


Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



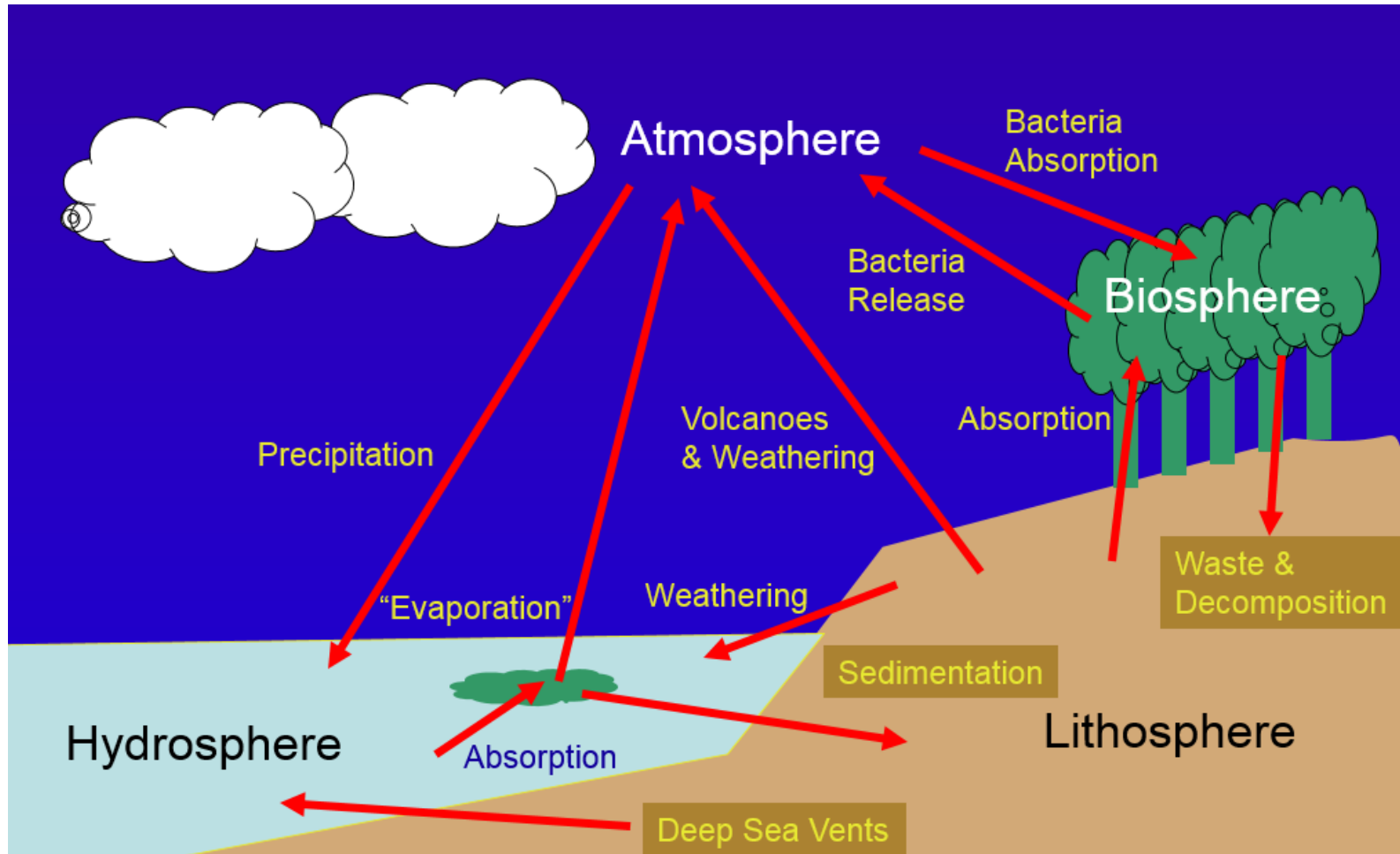


# Phosphorous Cycle – Human Impacts



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.

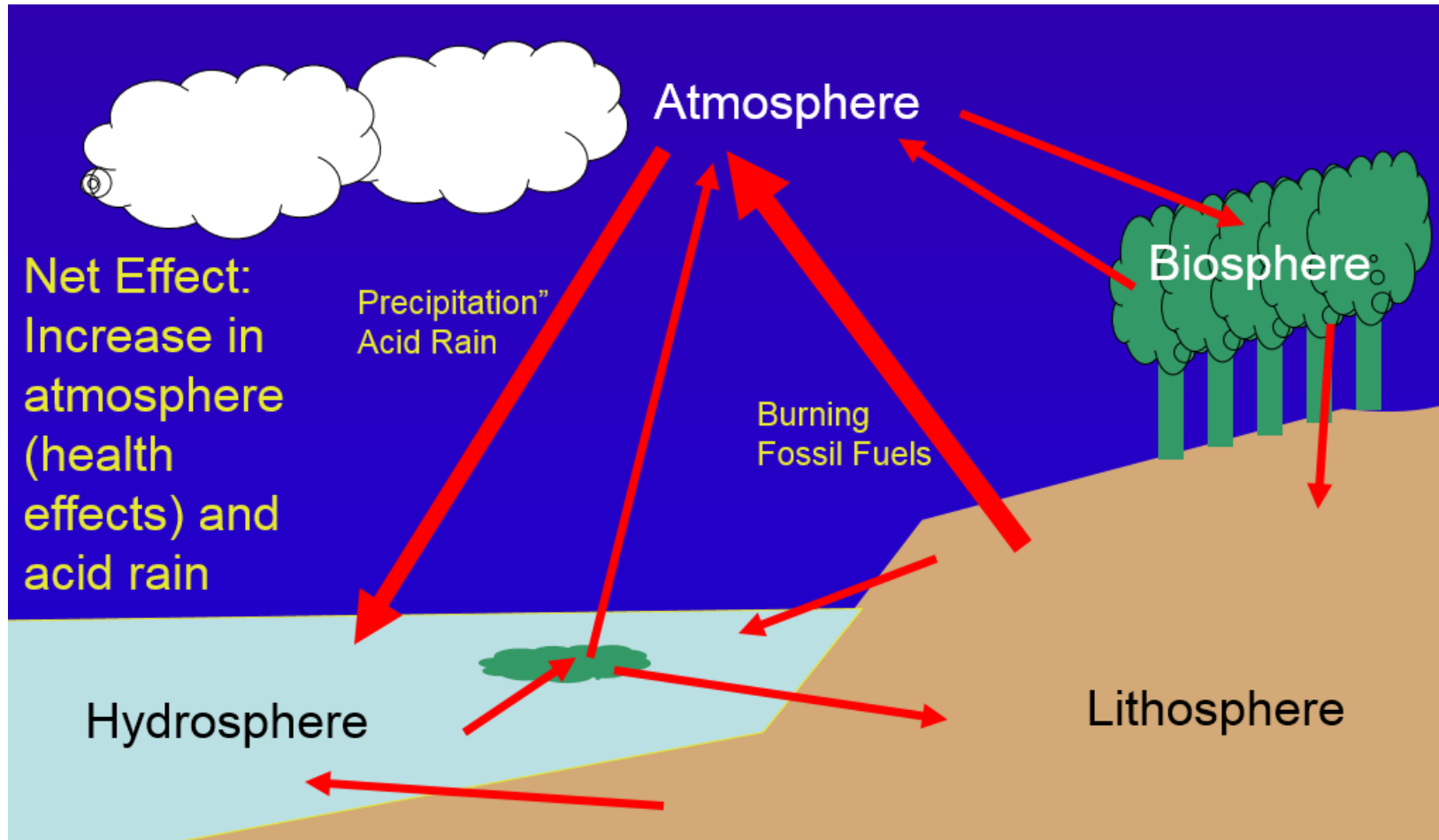
# Sulfur Cycle



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.



# Sulfur Cycle – Human Impacts



Πηγή: <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.

# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/3)

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
  - Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες:
    - <http://eclass.auth.gr/modules/document/document.php?course=MENG218&openDir=/4ac62a09v4li>, 17/08/2015.
    - <http://soil.gsfc.nasa.gov/NFTG/nitrocyc.htm>, 17/08/2015.
    - The McGraw-Hill Companies, Inc.
    - [http://www.epa.gov/climatechange/kids/carbon\\_cycle\\_version2.html](http://www.epa.gov/climatechange/kids/carbon_cycle_version2.html), 18/08/2015.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/3)

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
  - Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες:
    - <http://soil.gsfc.nasa.gov/NFTG/nitrocyc.htm>, 17/08/2015.
    - <http://hrsbstaff.ednet.ns.ca/vturner/handouts%20Geology/Power%20Points/Spheres%20of%20the%20Earth.pdf>, 21/08/2015.
    - <http://www.slideshare.net/debbieanhall/envir100-lect083-4451655>, 21/08/2015.
    - <http://www.visionlearning.com/en/library/Earth-Science/6/The-Nitrogen-Cycle/98>, 21/08/2015.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/3)

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
  - Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες:
    - <http://www.slideshare.net/debbieanhall/envir100-lect083-44516554>, 21/08/2015.
    - [https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Forest\\_ecology/L5\\_Biogeochemical\\_cycles\\_in\\_forest\\_ecosystems.pdf](https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Forest_ecology/L5_Biogeochemical_cycles_in_forest_ecosystems.pdf) 21/08/2015.
    - <http://www.docstoc.com/docs/125794645/BGC-Cycles-ppt-2010>, 21/08/2015.
    - [http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water\\_nitro/water\\_and\\_nitrogen\\_cycles.htm](http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/water_nitro/water_and_nitrogen_cycles.htm), 21/08/2015.
    - [http://www.powershow.com/view1/71270-ZDc1Z/Global\\_Water\\_Cycle\\_Water\\_fluxes\\_in\\_1000\\_km3\\_yr\\_powerpoint\\_ppt\\_presentation](http://www.powershow.com/view1/71270-ZDc1Z/Global_Water_Cycle_Water_fluxes_in_1000_km3_yr_powerpoint_ppt_presentation), 21/08/2015





# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Μουσιόπουλος Νικόλαος. «Τεχνική Προστασίας Περιβάλλοντος – Αρχές Αειφορίας. Βιογεωχημικοί κύκλοι». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: [http://opencourses.auth.gr/eclass\\_courses](http://opencourses.auth.gr/eclass_courses).



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Περκουλίδης Γιώργος>  
Θεσσαλονίκη, <Εαρινό Εξάμηνο 2014-2015>



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

