

Comment mesure-t-on la qualité de l'eau?

Initiation du 6 mars 2018

Vincent Carbonnel

(vcarbonn@ulb.ac.be)

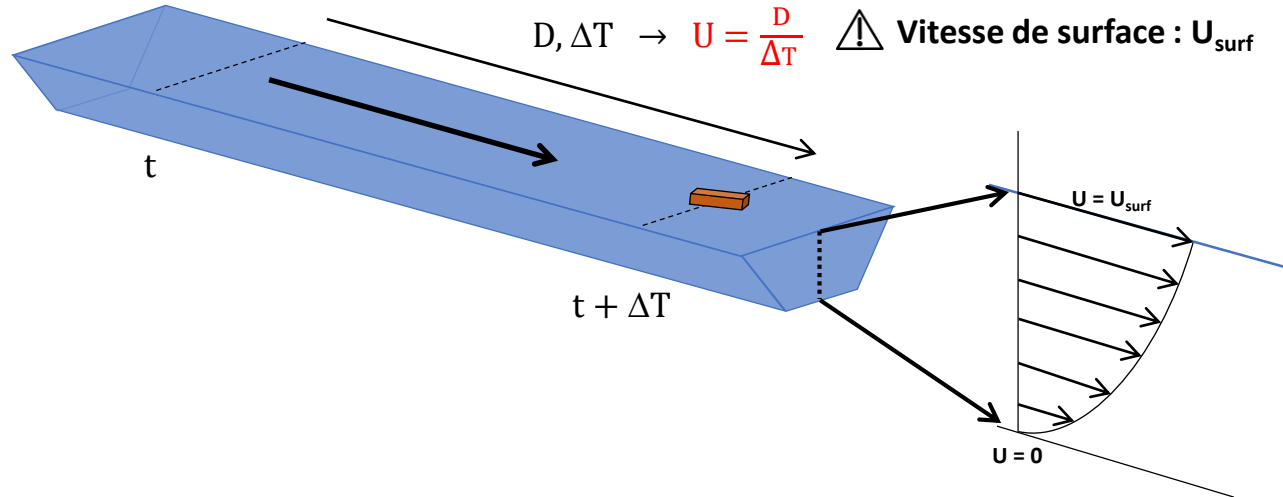
Comment mesure-t-on la qualité de l'eau?

Initiation du 6 mars 2018

Physico-chimie : Contexte, précisions et interprétation

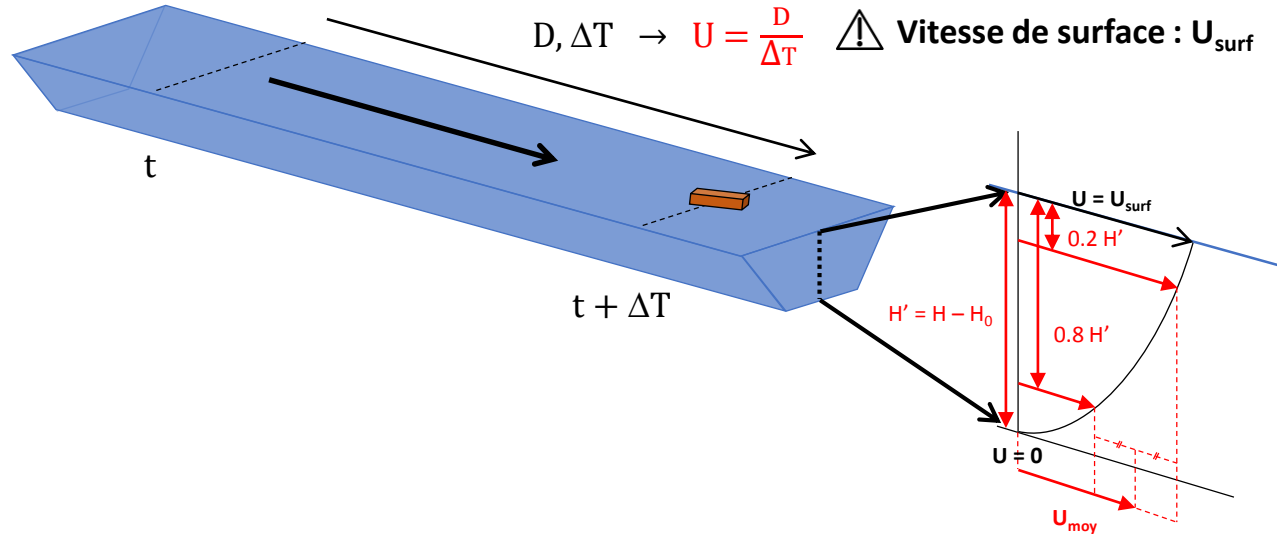
Vincent Carbonnel
(vcarbonn@ulb.ac.be)

- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit
- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière
- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme



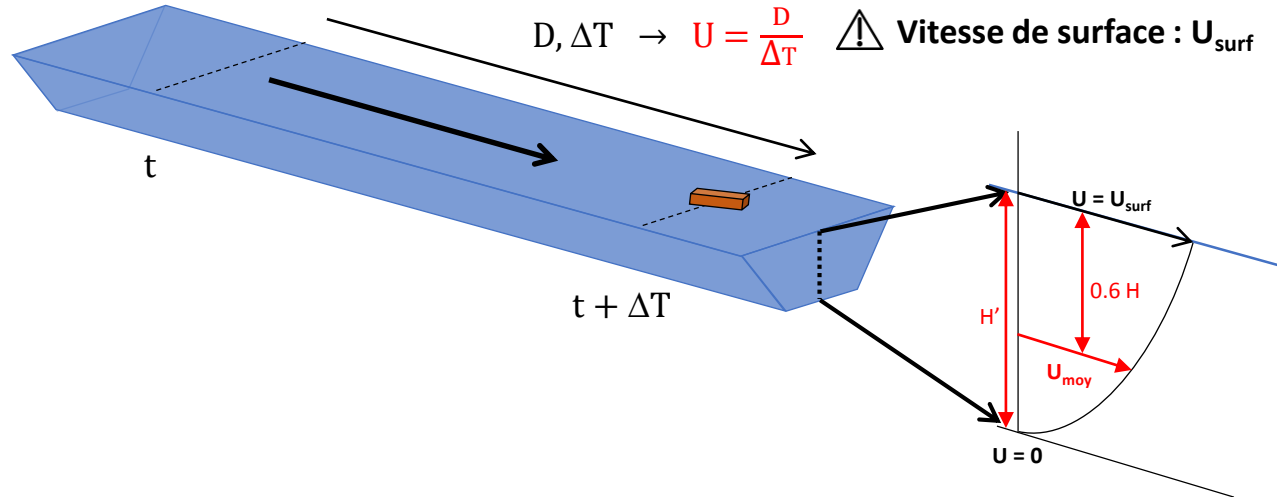
Vitesse moyenne (U_{moy}) ?

- moyenne (intégrale) à partir du profil vertical de vitesse complet



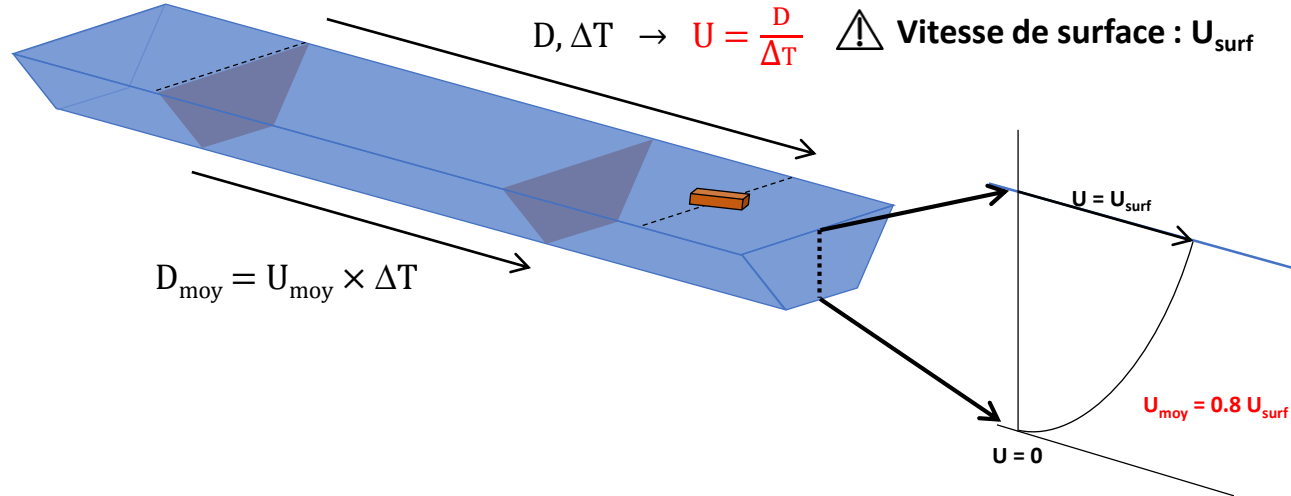
Vitesse moyenne (U_{moy}) ?

- moyenne (intégrale) à partir du profil vertical de vitesse complet
- moyenne des vitesses à 20% et 80% de la profondeur (approx.)



Vitesse moyenne (U_{moy}) ?

- moyenne (intégrale) à partir du profil vertical de vitesse complet
- moyenne des vitesses à 20% et 80% de la profondeur (approx.)
- vitesse à 60% de la profondeur (approx.)



Vitesse moyenne (U_{moy}) ?

- moyenne (intégrale) à partir du profil vertical de vitesse complet
- moyenne des vitesses à 20% et 80% de la profondeur (approx.)
- vitesse à 60% de la profondeur (approx.)
- $U_{\text{moy}} \approx 0.8 U_{\text{surf}}$ (grossière approx.)

Intérêt de la mesure de vitesse :

→ Temps de séjour dans (un tronçon d') un cours d'eau

- Temps nécessaire pour l'arrivée/transit/évacuation d'un polluant
- Suffisant pour qu'un processus affecte la concentration?
 - développement de micro-organismes
 - réaction de dégradation de la matière organique
 - ...

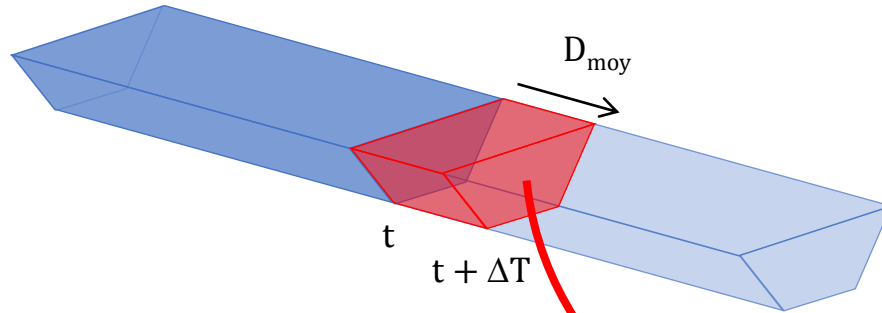
→ Force d'entraînement/arrachement

- érosion/sédimentation
- larves d'insectes
- plantes aquatiques
- poissons qui nagent à contre-courant (stationnaire/remontent)

- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit

- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière

- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme



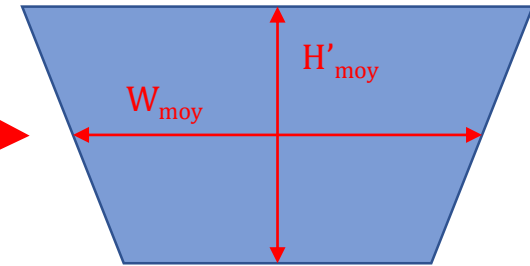
Volume d'eau écoulé

- pendant un temps ΔT : $V = A \times D_{\text{moy}}$
- par unité de temps : **Débit**

$$Q = \frac{A \times D_{\text{moy}}}{\Delta T}$$

$$Q = A \times U_{\text{moy}}$$

$$Q \approx 0.8 \times A \times U_{\text{surf}}$$

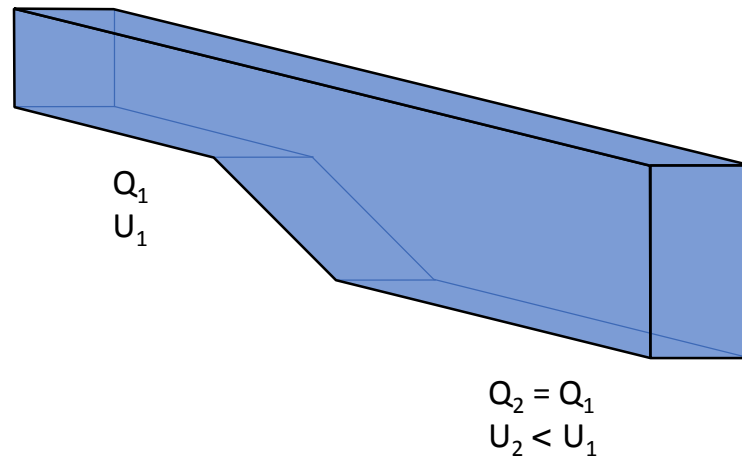


« Section mouillée »

$$\text{Aire : } A = H'_{\text{moy}} \times W_{\text{moy}}$$

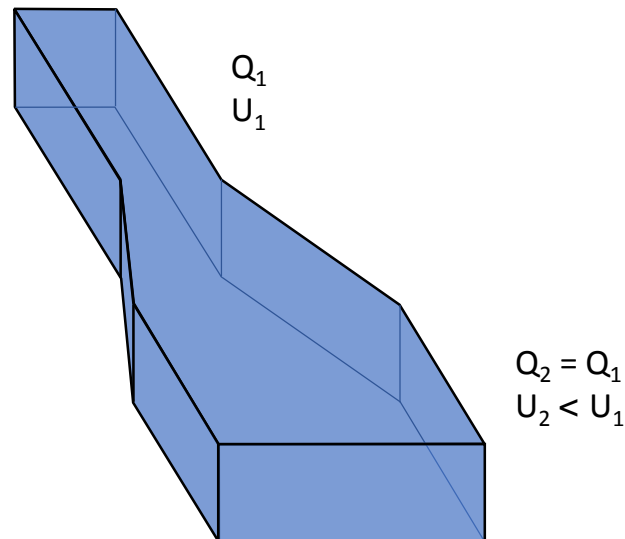
Intérêt de la mesure du débit :

- Conservatif le long d'une section du cours d'eau (\neq vitesse, hauteur)
(si ni sources ni pertes)



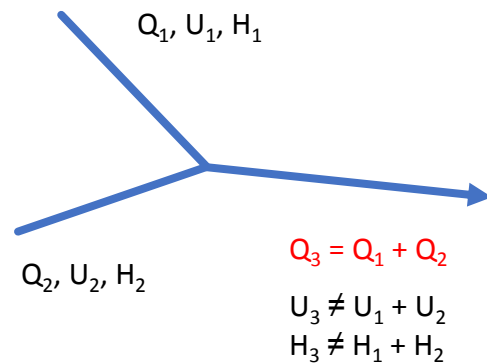
Intérêt de la mesure du débit :

- Conservatif le long d'une section du cours d'eau (\neq vitesse, hauteur)
(si ni sources ni pertes)



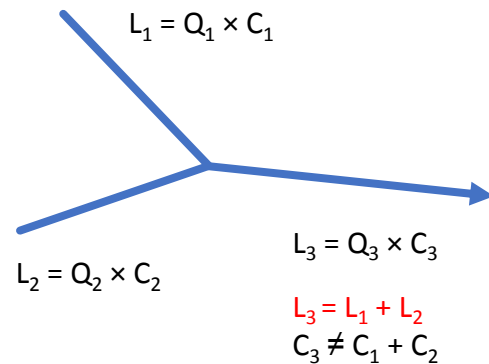
Intérêt de la mesure du débit :

- Conservatif le long d'une section du cours d'eau (\neq vitesse, hauteur)
(si ni sources ni pertes)
- Additif (\neq vitesse, hauteur)



Intérêt de la mesure du débit :

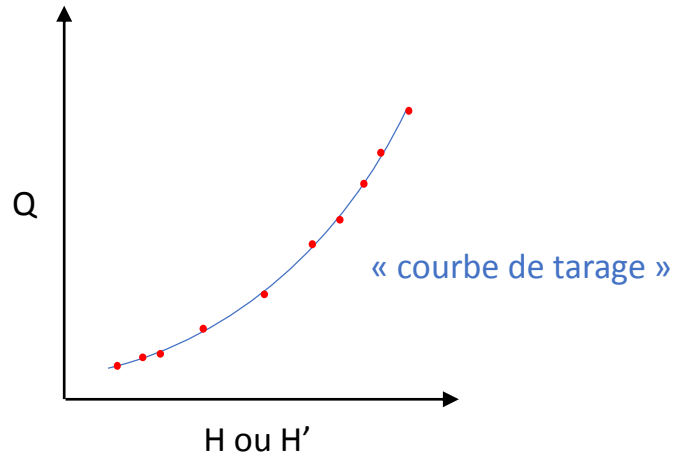
- Conservatif le long d'une section du cours d'eau (\neq vitesse, hauteur)
(si ni sources ni pertes)
- Additif (\neq vitesse, hauteur)
- Concentration \rightarrow charge polluante : $L = Q \times C$ (additif \neq concentration)



Intérêt de la mesure du débit :

- Conservatif le long d'une section du cours d'eau (\neq vitesse, hauteur)
(si ni sources ni pertes)
- Additif (\neq vitesse, hauteur)
- Concentration \rightarrow charge polluante : $L = Q \times C$ (additif \neq concentration)
- Lien direct avec la pluie (quantités d'eau)
 - débit lié à la surface du bassin versant, type de sol... (\neq vitesse, hauteur)
 - comparaison de différents cours d'eau
 - observation des périodes sèches/humides (= vitesse, hauteur)

- si pas de modifications structurelles du lit
 - si pas d'effet « backwater » (influence importante de l'aval)
- en général, on a :



- $H \rightarrow Q$
- Si de plus, on a la relation entre A et H (géométrie du lit) :

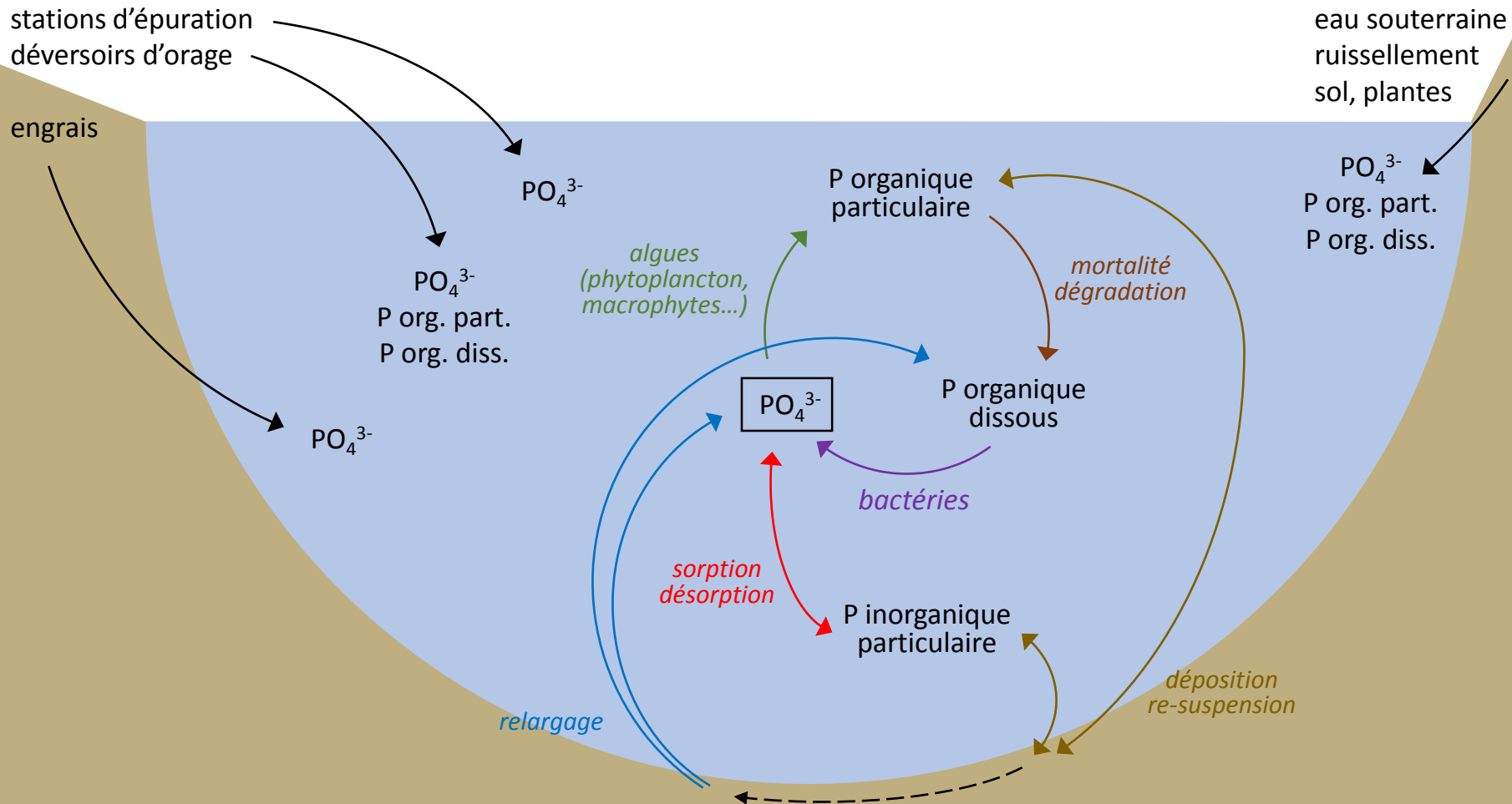
$$H \rightarrow Q \rightarrow U_{\text{moy}}$$

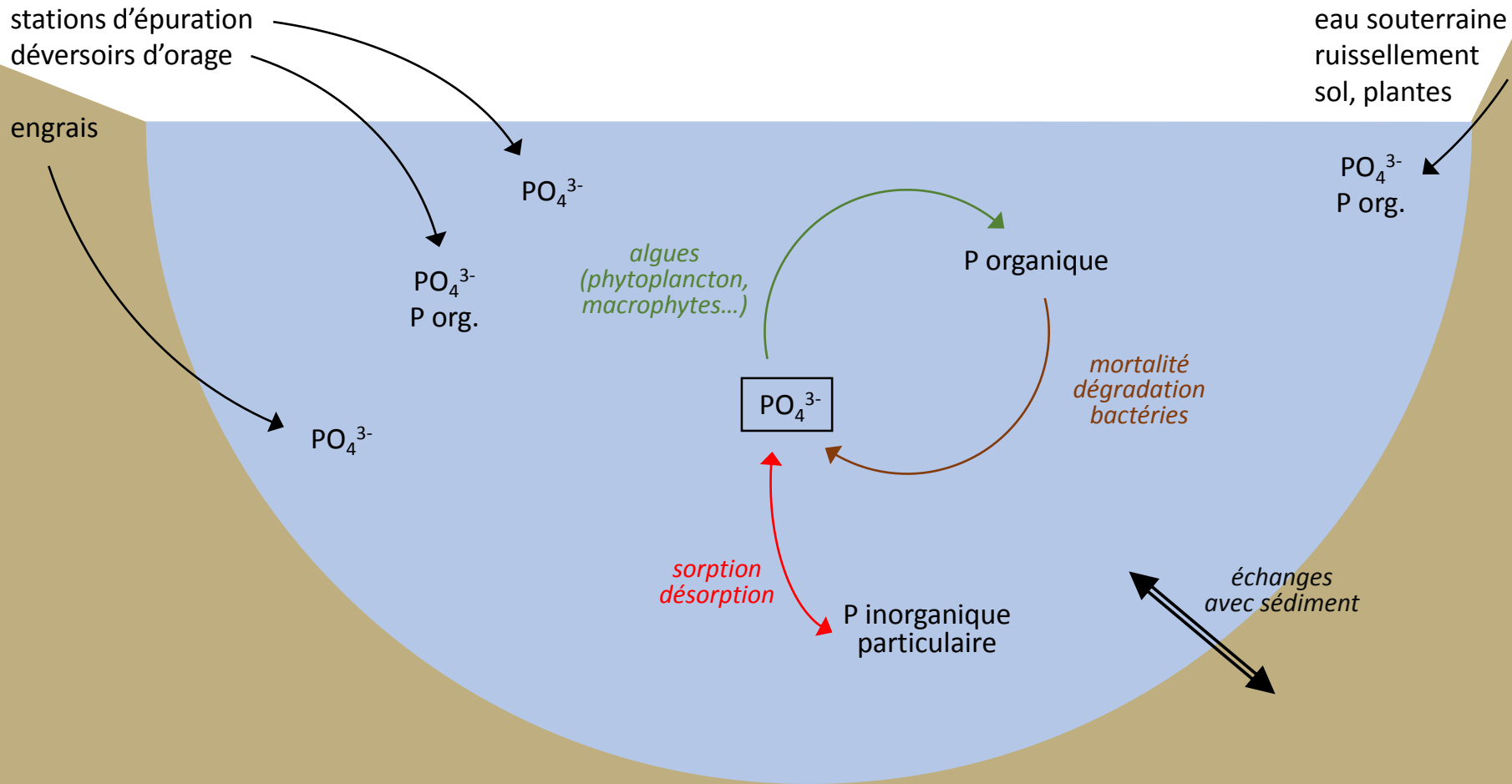


- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit

- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière

- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme

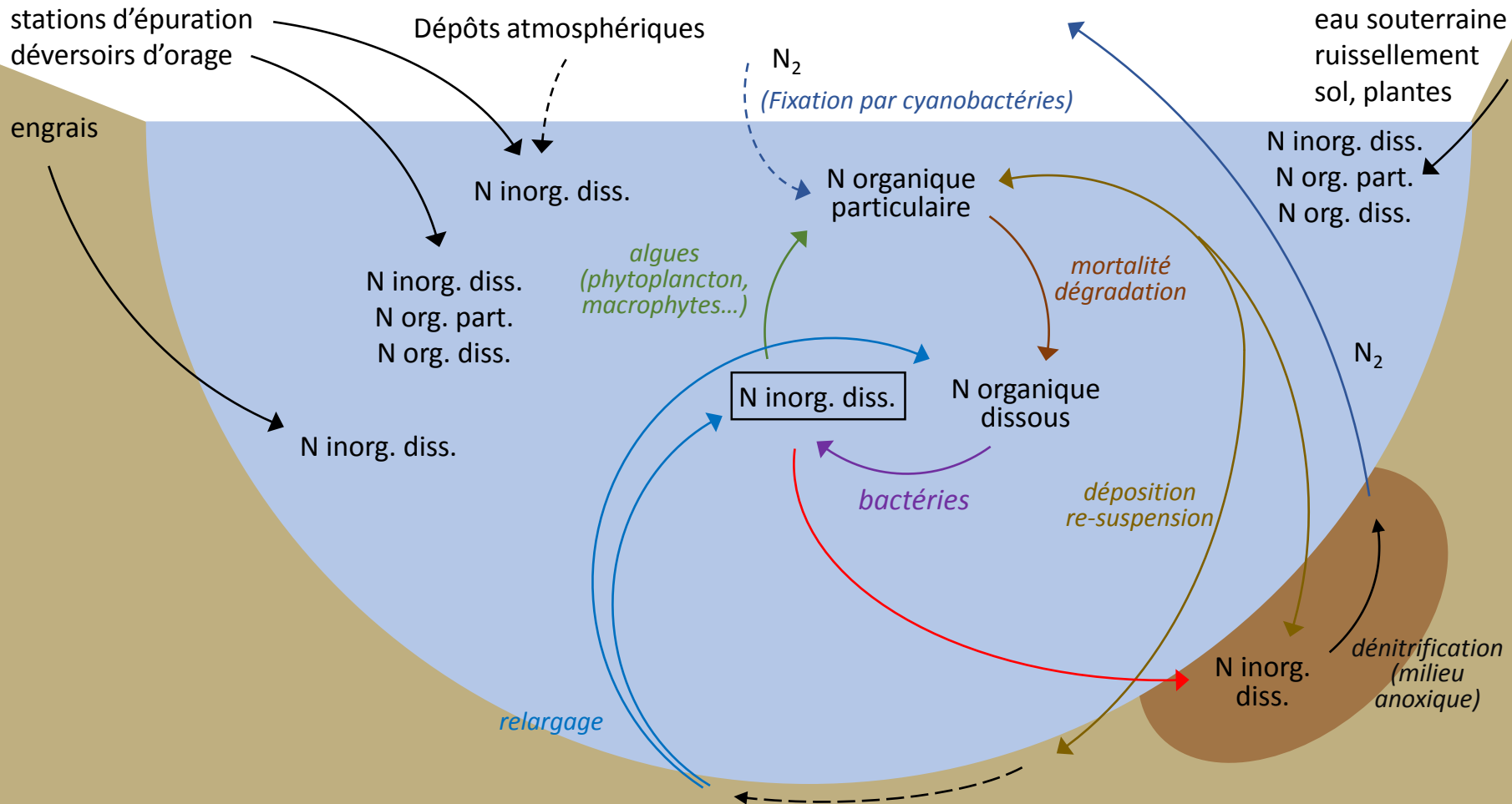


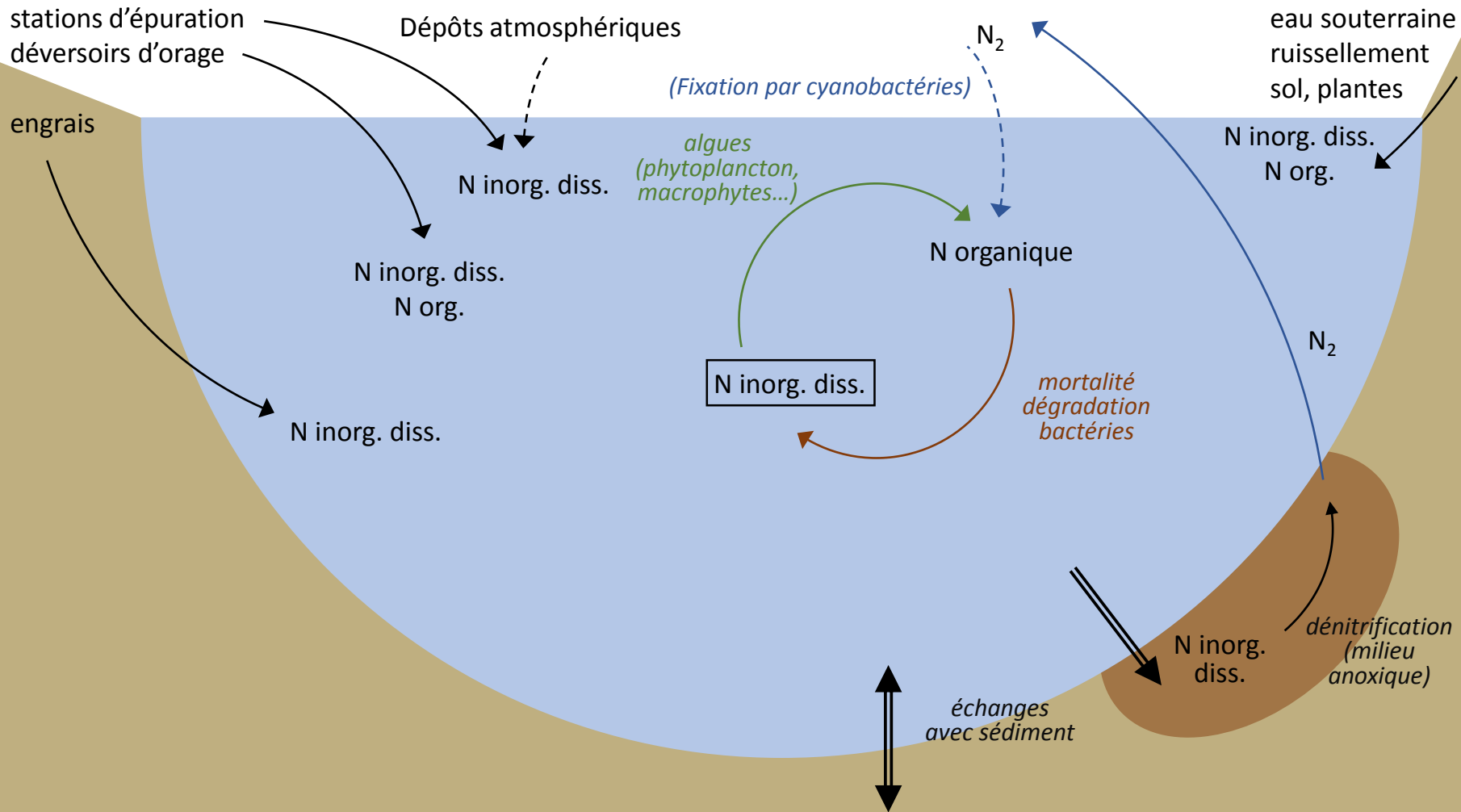


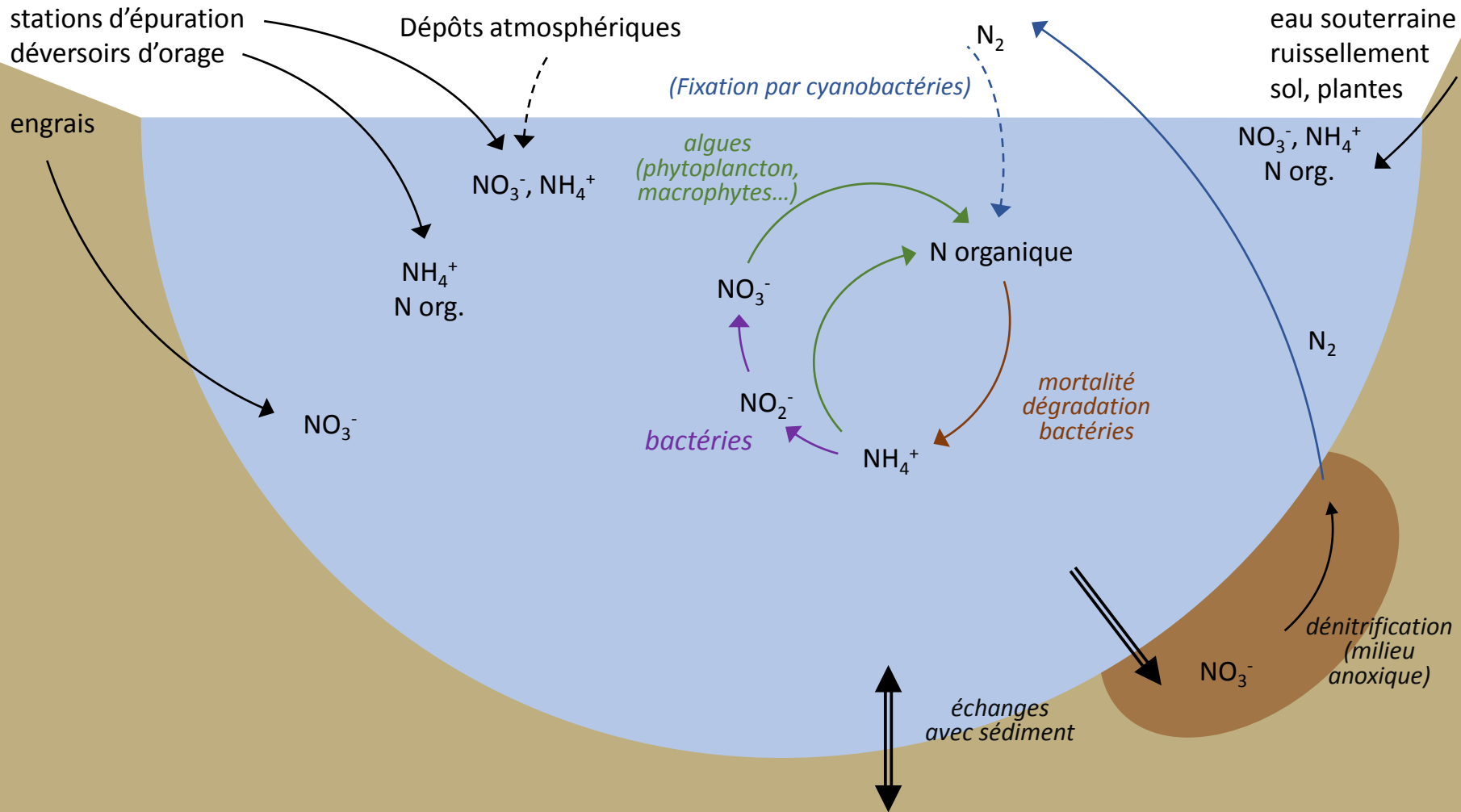
- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit

- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière

- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme



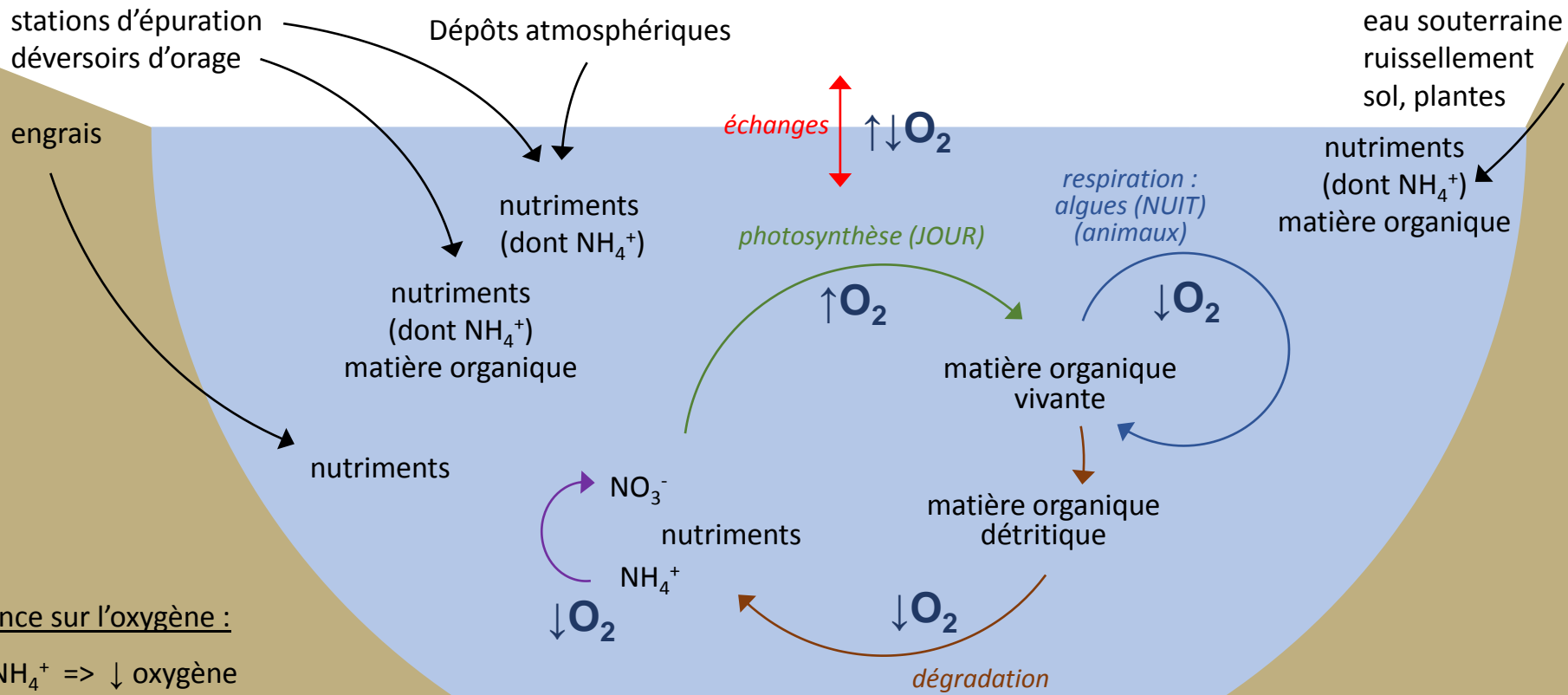




- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit

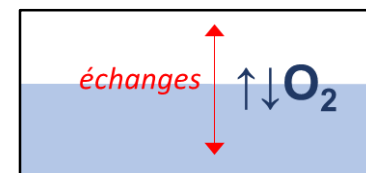
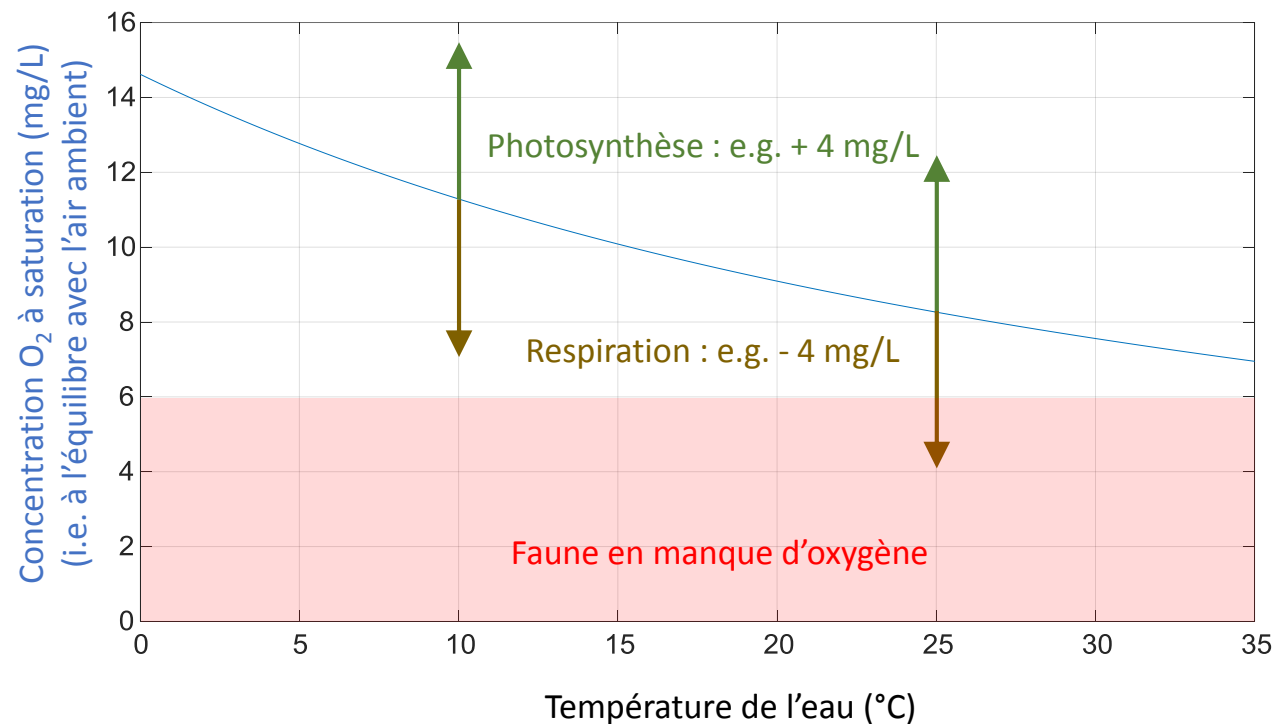
- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière

- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme



Influence sur l'oxygène :

- $\uparrow \text{NH}_4^+ \Rightarrow \downarrow$ oxygène
- \uparrow matière organique détritique $\Rightarrow \downarrow$ oxygène
- Eutrophisation :
- \uparrow nutriments $\Rightarrow \uparrow$ photosynthèse $\Rightarrow \uparrow$ matière organique $\Rightarrow \uparrow$ respiration et \uparrow matière organique détritique $\Rightarrow \downarrow$ oxygène
- Unique compensation possible : échanges avec l'atmosphère : lent (favorisés par la turbulence)



Température	°C	10	25
à l'équilibre	mg/L	11.3	8.3
avec photosynthèse (e.g. + 4 mg/L)	mg/L	15.3	12.3
	% saturation	135	148
avec respiration (e.g. - 4 mg/L)	mg/L	7.3	4.3
	% saturation	65	52

$$\text{pourcentage saturation (\%)} = \frac{\text{concentration O}_2 \text{ mesurée}}{\text{concentration O}_2 \text{ à l'équilibre (même } T^\circ)} \times 100$$

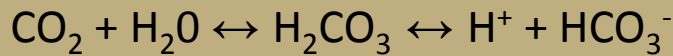
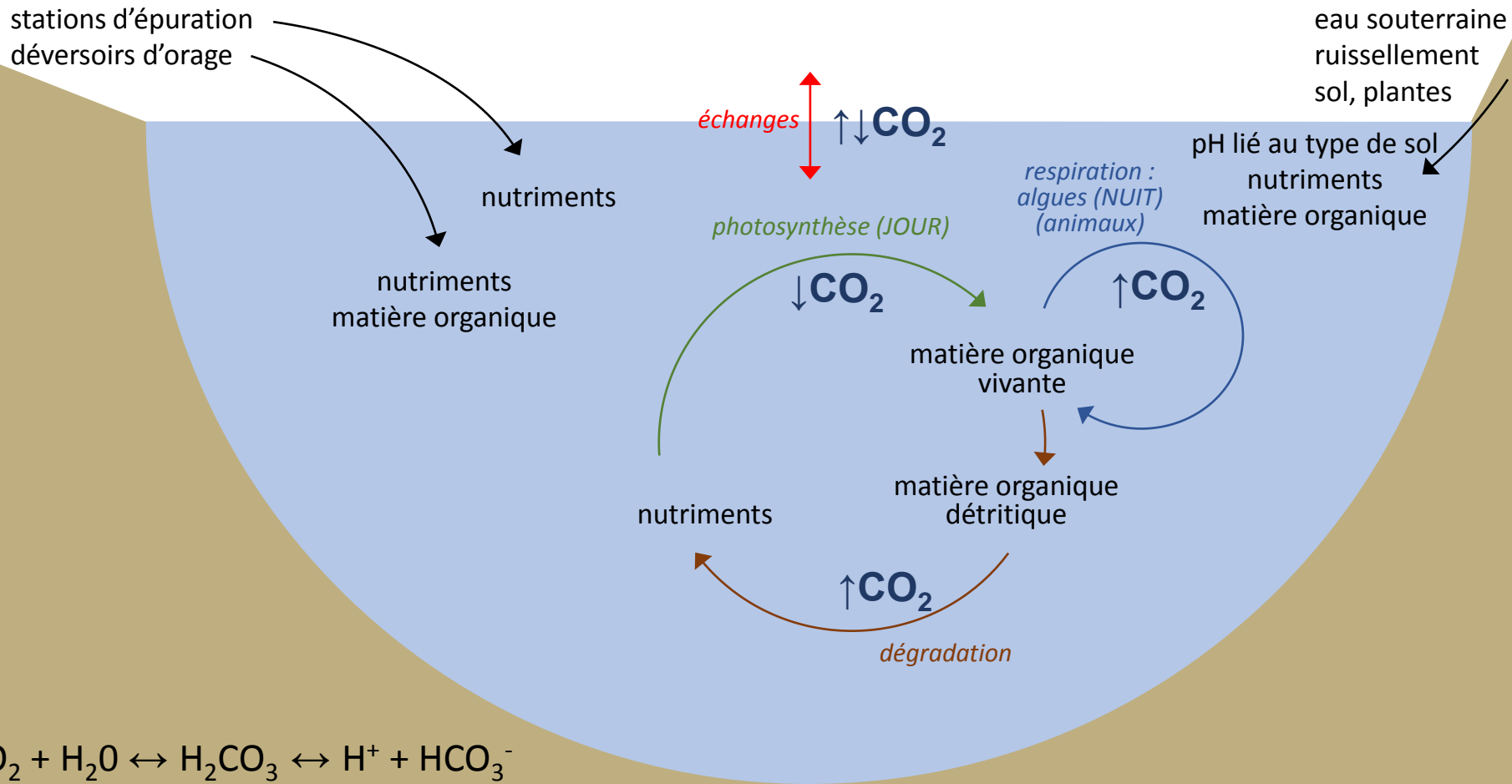
Concentrations exprimées en :

- mg/L : important pour statut écologique, la faune (et processus chimiques)
- % saturation: pour estimer production/consommation d'O₂ (s'affranchir de l'effet de la température)

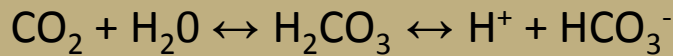
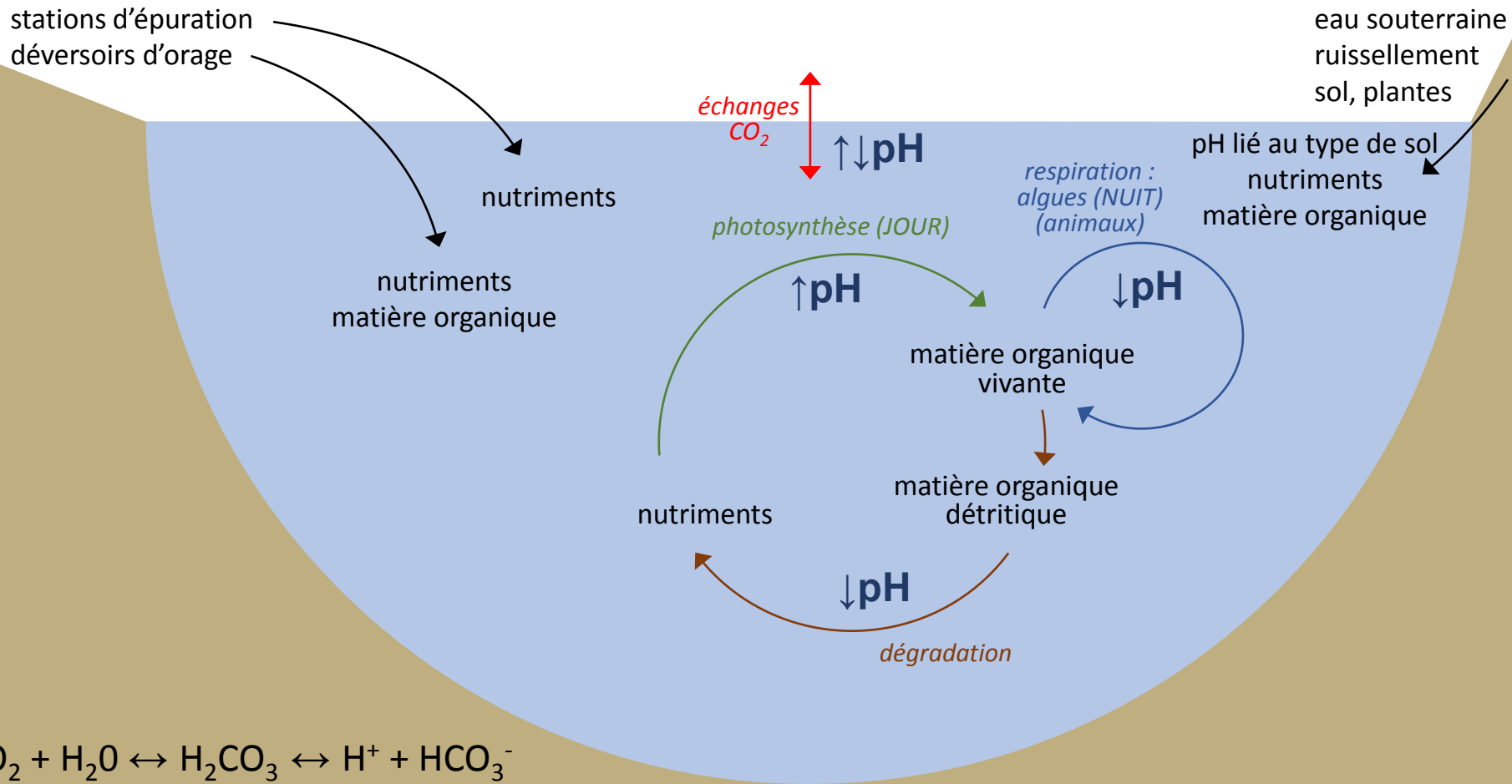
- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit

- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière

- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme



$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ (en fait, l'activité de H^+)

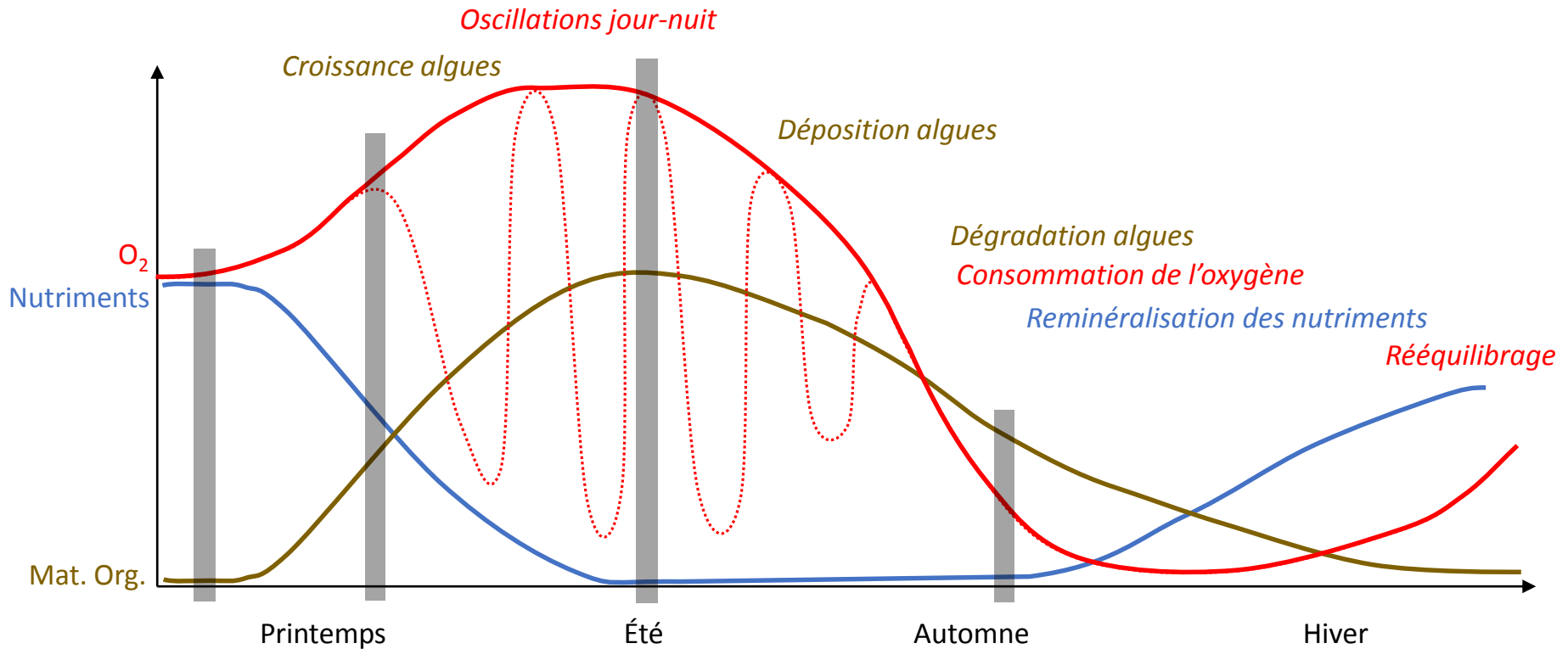


$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad (\text{en fait, l'activité de } \text{H}^+)$$

- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit

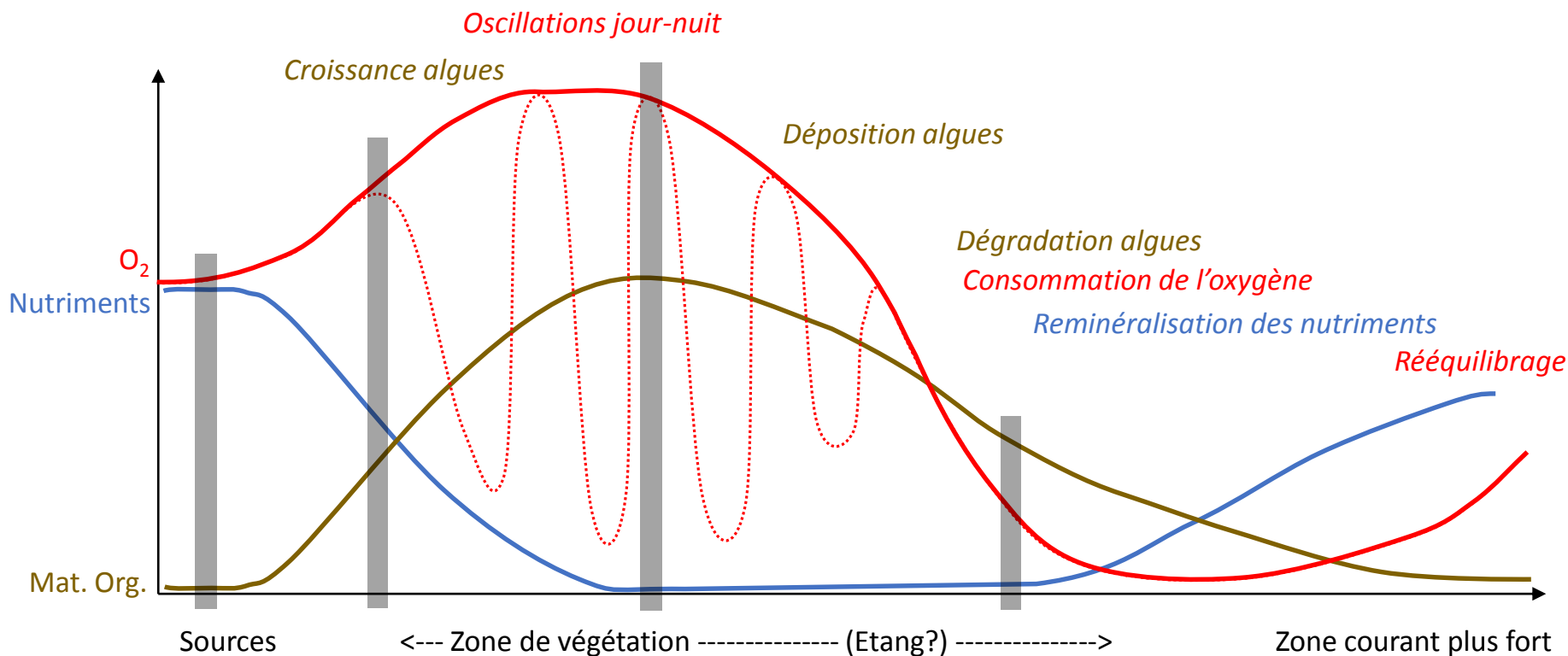
- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière

- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme



- Echantillonnage : concerne un instant T à un endroit donné
(\neq indice biotique, moins sensible et spécifique, mais intégrateur)

En été :



- Echantillonnage : concerne un instant T à un endroit donné
(≠ indice biotique, moins sensible et spécifique, mais intégrateur)
- Remonter le cours d'eau, c'est un peu comme remonter le temps! → échantillon : tous les processus en amont

Quelle dynamique attendre pour le Roodkloosterbeek?

- Bassin versant forestier → pas d'influence de station d'épuration, déversement d'orage, d'engrais
- En amont, végétation qui pourrait significativement consommer les nutriments? à cette saison? temps de séjour suffisant?
- Influencé par les chapelets d'étangs :
 - temps de séjour important → possible consommation importante des nutriments par les algues (mais à cette saison?)
 - Si consommation totale de l'azote dissous (saison?) → fixation de N_2 par des cyanobactéries?
 - faible vitesse → déposition de la matière organique (saison?) → fonds des étangs privés d'oxygène et dénitrification (NO_3^- vers N_2)?
 - Surface importante et temps de séjour importants → importance des dépôts atmosphériques?
 - ...

Interprétation complète probablement difficile avec un seul échantillonnage

Idéalement : différents endroits et à différentes saisons

Mais avec les différents processus en tête, on peut émettre des hypothèses!

- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit

- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière

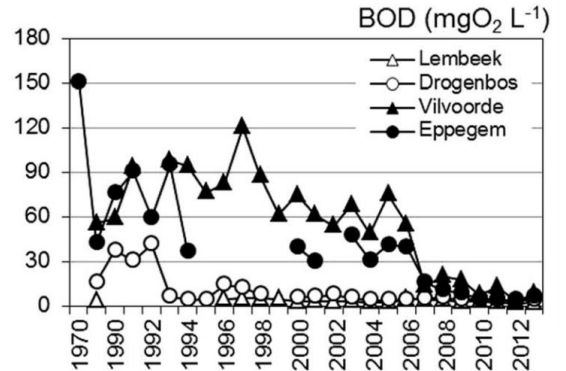
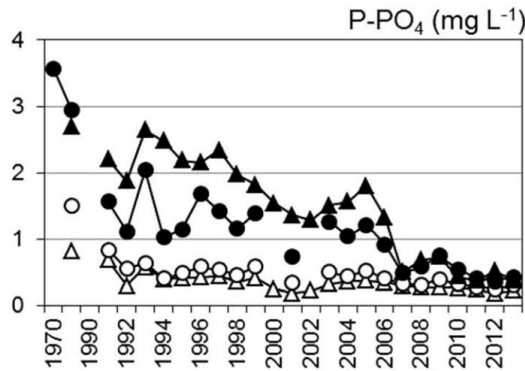
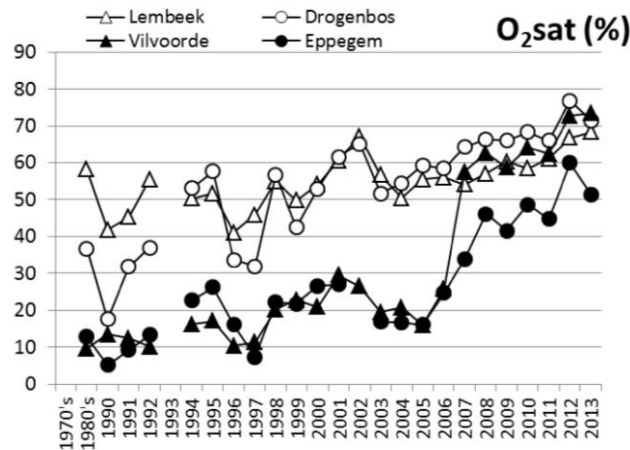
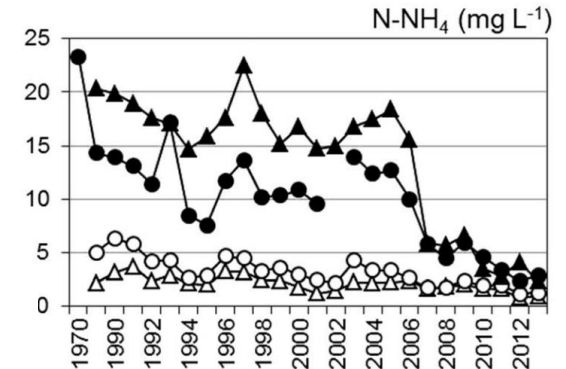
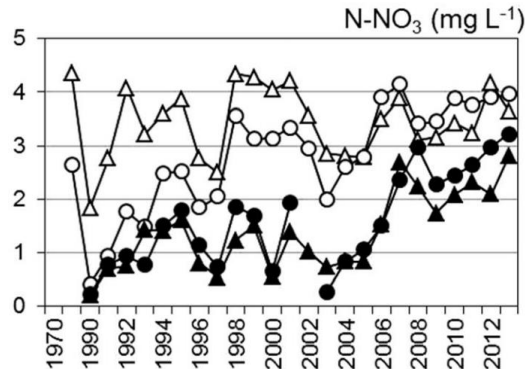
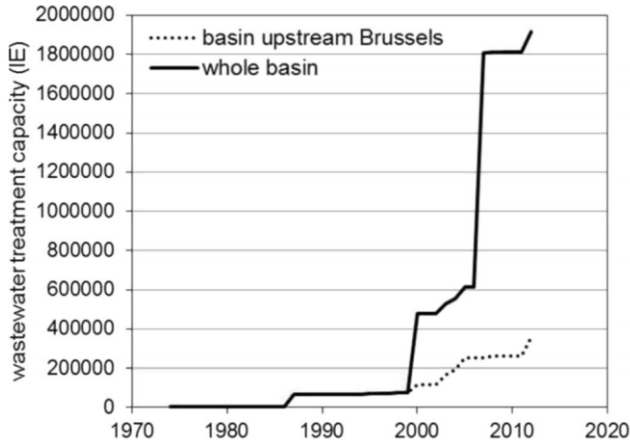
- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme

- Vitesse de surface et vitesse moyenne
- Intérêt de la mesure du débit

- Cycle du phosphore
- Cycle de l'azote
- Influence sur la concentration en oxygène et sur le pH
- Dynamique dans le temps / le long de la rivière

- Situation actuelle dans la Senne et le Canal
- Evolution sur le long terme

Amélioration de la qualité de l'eau dans la Senne



Référence : Brion et al. (2015) *Assessing the impacts of wastewater treatment implementation on the water quality of a small urban river over the past 40 years.* Environ Sci Pollut Res

Merci pour votre attention

Vincent Carbonnel
(vcarbonn@ulb.ac.be)