

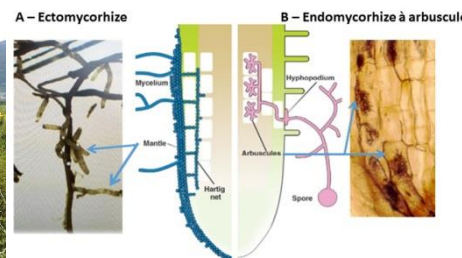
ELEMENTS DE CONNAISSANCE SUR LES FONCTIONS HYDROLOGIQUE ET BIOGEOCHIMIQUE DES ZONES HUMIDES

Journée ARRA² du 2 décembre 2019

François.Chambaud@eurmc.fr

Martin.Pignon@eurmc.fr

Éléments rassemblés par : Anne Rapin



Pourquoi un bilan des connaissances ?

Orientation Fondamentale 6B du SDAGE Rhône-Méditerranée

Bilan de connaissance

- préciser les **fonctions des ZH** (connaissances scientifiques, quantification des processus)
- **argumenter et convaincre** pour améliorer la préservation et la restauration
- illustrer par des **retours d'expériences**
- identifier les **pressions** sur les fonctions
- identifier les **actions** prioritaires pour atteindre les objectifs du SDAGE.

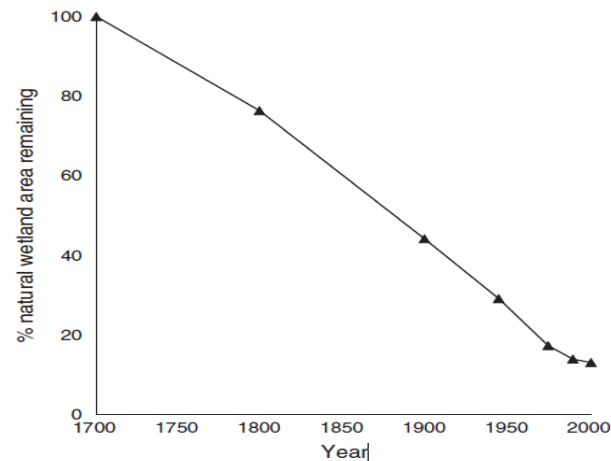
Argumentaire

(vulgarisation scientifique, communication auprès des acteurs)

Réalité de la disparition et altération des ZH

Echelle mondiale (cf Davidson et al. 2014) :

- du 18^{ème} siècle à nos jours : altération et disparition jusqu'à 87% des superficies
- dont 64% à 71% depuis les années 1900 (accélération des dégradations)



En France :

- du 19^{ème} à nos jours : 40% des tourbières de Franche Comté ont disparu
- depuis les années 50 : destruction de 25% des milieux humides de Camargue
- entre 2000 et 2010 : sur 152 sites, 48% dégradés



Confirmation de la disparition massive des ZH notamment au cours des dernières décennies :

- Les ZH cartographiées sont des reliquats de ZH plus nombreuses et vastes
 - Cartographies non exhaustives, de nombreux sols non inventoriés ayant encore des caractéristiques de sols humides

Urgence à agir : un potentiel de restauration immense !
Un atout pour les territoires !

Sémantique

Le bon état d'une ZH dépend (en particulier) de son fonctionnement hydrologique



FONCTIONNEMENT

Processus

Modifications, changements ou réactions qui se produisent naturellement
(ex : dénitrification, minéralisation, adsorption...)



Fonctions

Actions qui résultent d'interactions entre la structure de
l'écosystème et les processus
(ex : ralentissement des écoulements, stockage de carbone, ...)



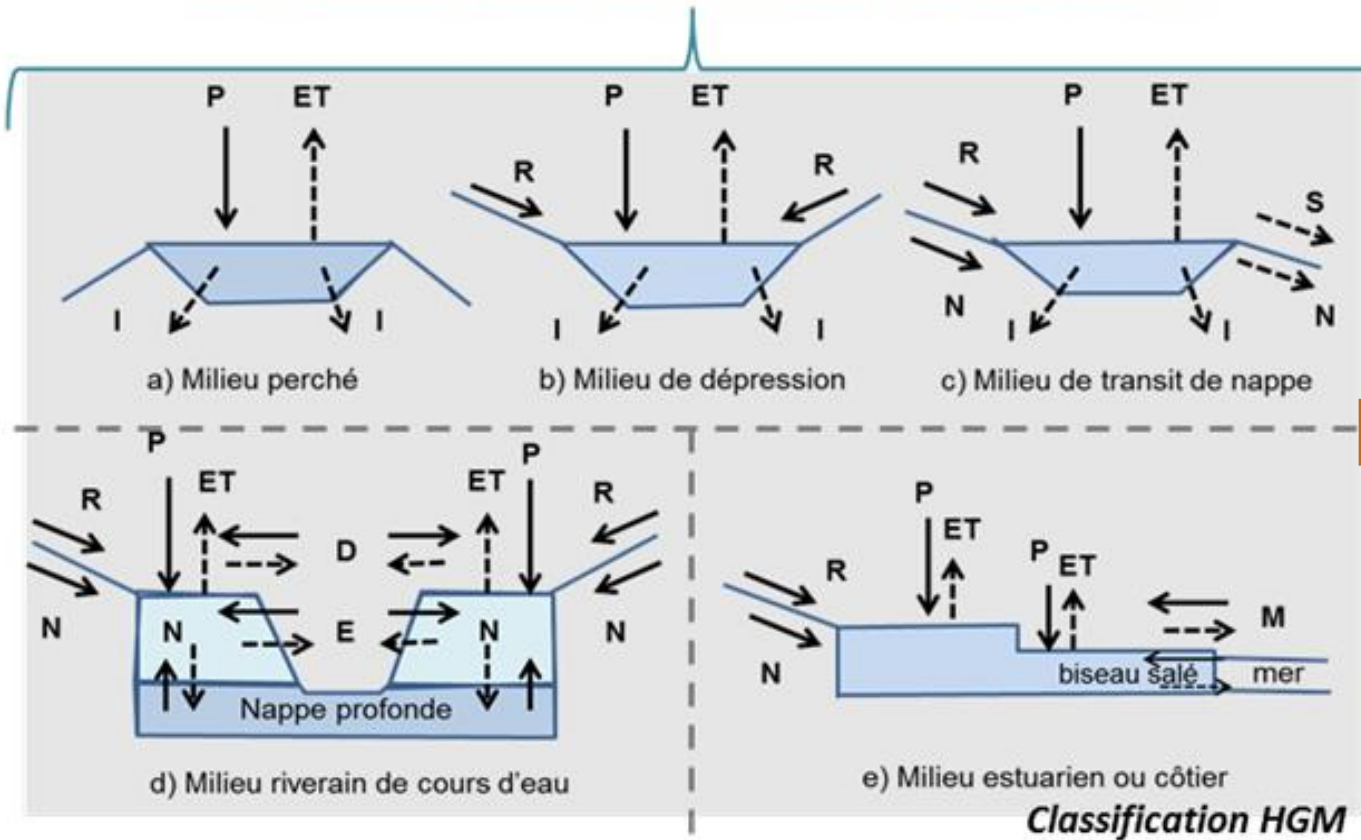
Services

Bénéfices que les humains obtiennent des écosystèmes
pour assurer leur bien-être
(ex : lutte contre les inondations, ...)



5 types hydrogéomorphologiques de ZH

Milieux humides continentaux déconnectés des cours d'eau



Milieux humides continentaux connectés aux cours d'eau

Milieux humides de zones littorales influencés par les cours d'eau et la marée

→ Entrée d'eau ---> Sortie d'eau

P = précipitations; ET = évapotranspiration; I = infiltration; R = ruissellement; N = nappe; S = eau de surface; D = débordement de crue; E = échanges nappe-rivière; M = flux de marée.

Adapté d'après Barnaud et Fustec 2007.

Biocénose



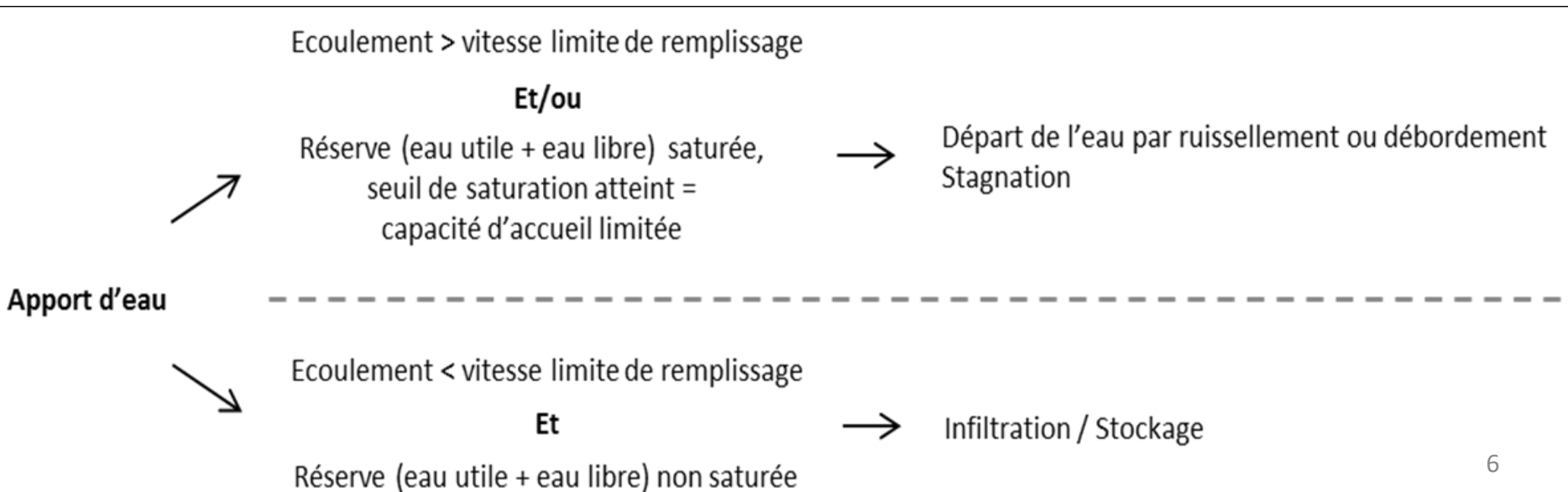
Fonction hydrologique

- **Identification des sous fonctions**

- Références scientifiques clefs et outils nationaux
- 6 sous fonctions

Sous fonctions
• Stockage des eaux de surface et souterraines
• Ralentissement de la vitesse d'écoulement
• Rétention de sédiments
• Recharge du débit solide
• Recharge de la nappe
• Soutien des étiages

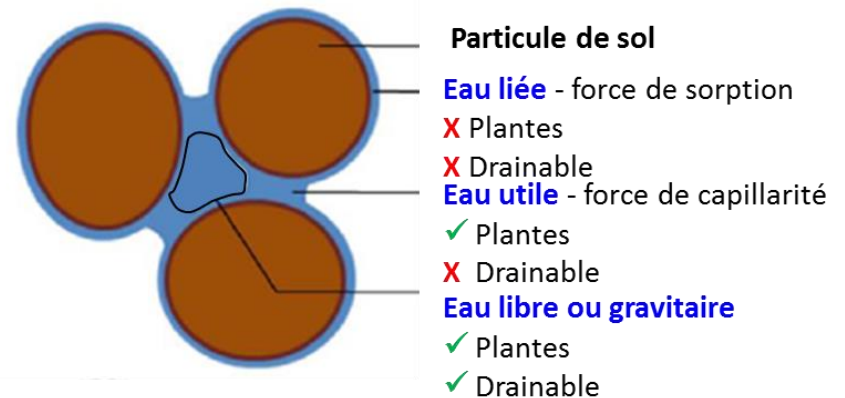
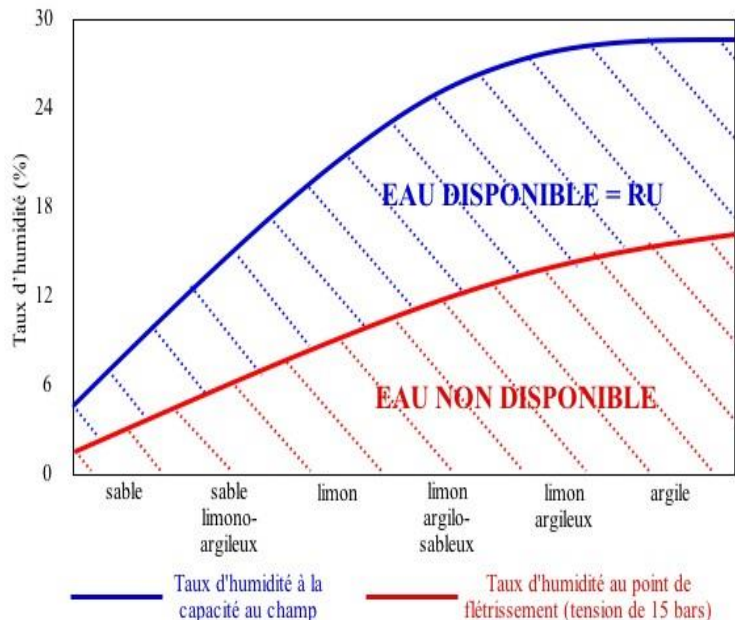
→ **Capacité de stockage et de restitution de l'eau par les ZH variable, selon le contexte physique, hydrologique ...**



Fonction hydrologique

Capacité de stockage et de restitution

- Varie dans l'**espace** et dans le **temps** (au cours d'un cycle hydrologique)
- Dépend :
 - **de caractéristiques pédologiques spécifiques** (texture, volume, porosité, état des réserves hydriques, ...)
 - **des paramètres d'écoulement** (vitesse limite de remplissage, débit de fuite)

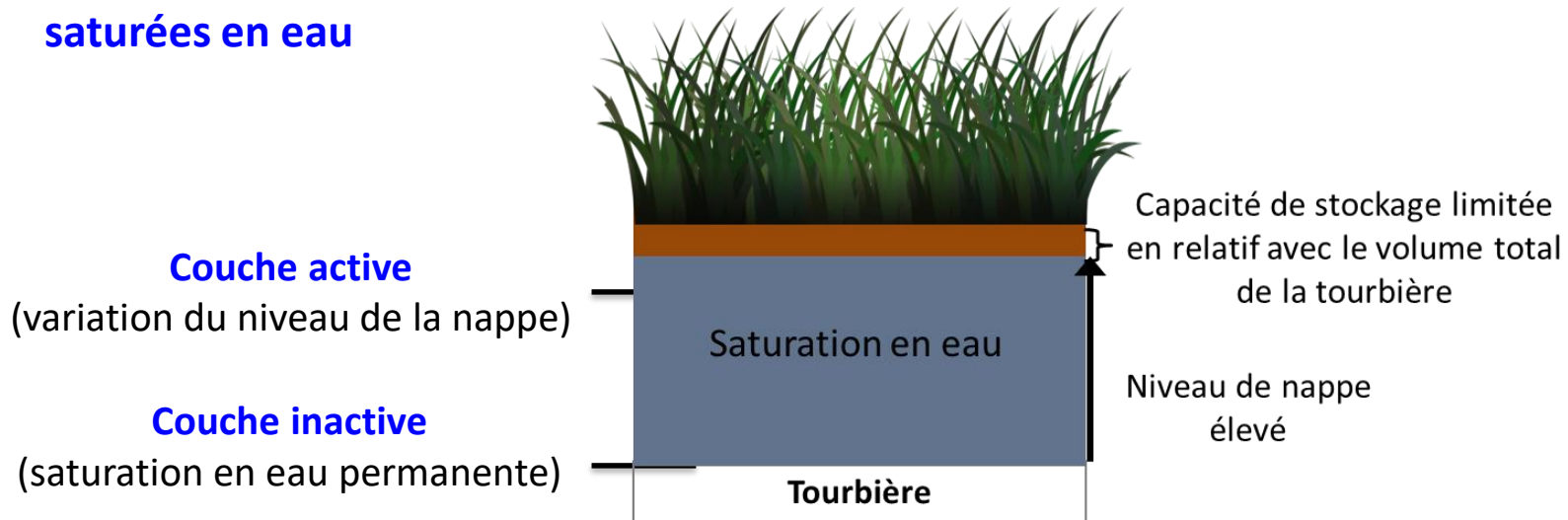


→ Seule l'eau dite « libre » circule sous l'action de la gravité et peut alimenter le débit de base voire contribuer à soutenir les étiages

Fonction hydrologique

Capacité de stockage des tourbières

- Tourbières 90% (900 l/m^3) de leur volume constitué par l'eau et sont le plus souvent saturées en eau



→ Stockage dynamique d'eau, par infiltration, limitée à un faible volume de surface non saturé en eau entre 0 et -70cm;

→ Infiltration effective sur des périodes de temps restreintes.

Fonction hydrologique

Capacité de restitution des tourbières

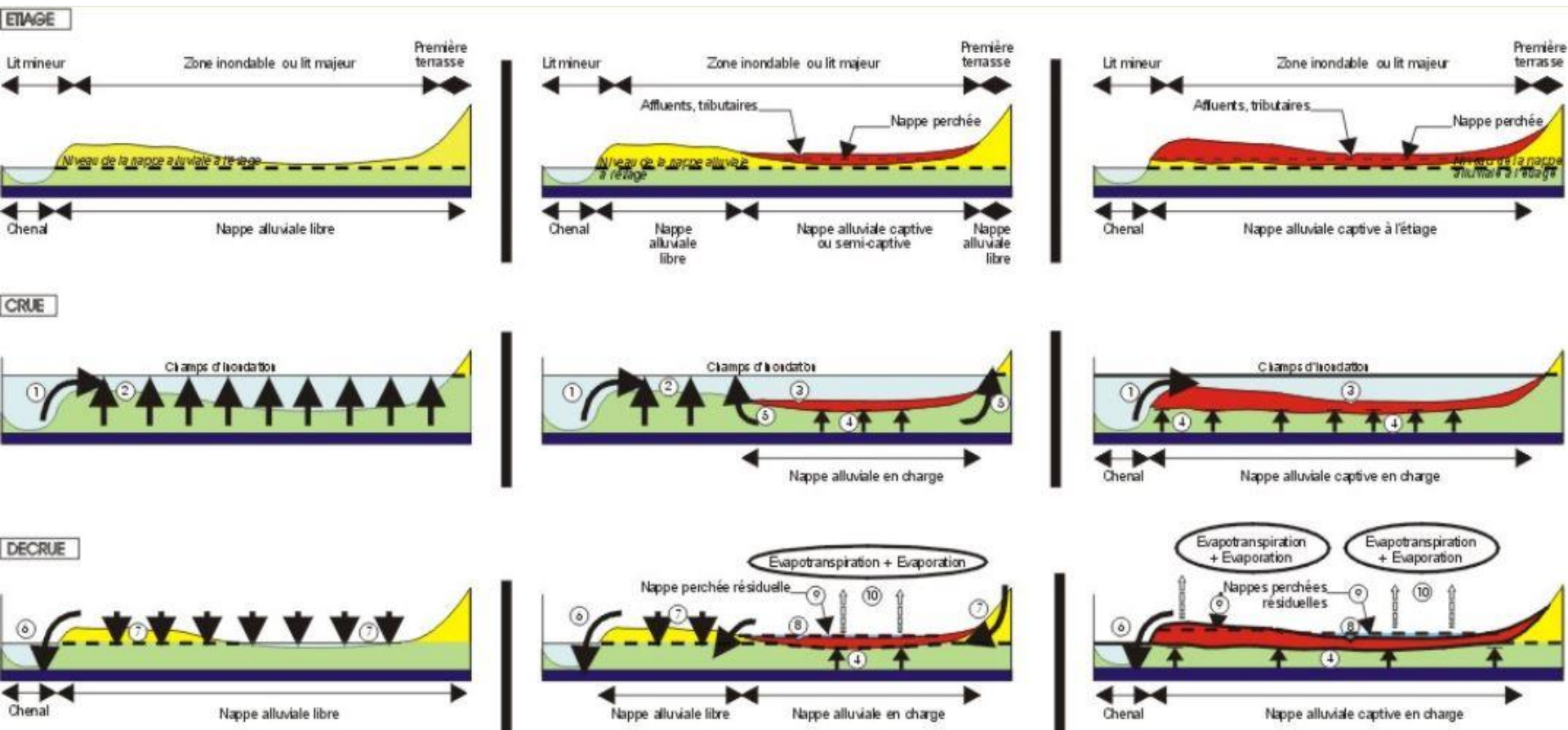
- 90% d'eau, en grande part liée aux molécules organiques ;
- Peu de données, sur **hydrologie** des tourbières dans un BV, rôle **mal connu** ;
- Etude bibliographique :
 - 4 tourbières (15%) sur 27** réalisent la fonction de soutien d'étiage,
Toutes ont un **rôle climatique et évapotranspiration** ;
- ZABR, la tourbière de Luitel contribuerait à 2,5% du débit d'étiage.
- BV équipés de la haute vallée de l'Aude cherchent à établir un bilan hydrologique pluriannuel.

En l'état des connaissances, retenir la faible contribution des tourbières au soutien de l'étiage (quelques %),

Prendre en compte la contribution de l'ensemble des tourbières d'un même bassin versant.

Fonction hydrologique

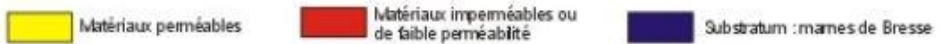
Capacité de stockage et de restitution des plaines inondables



Séquence sur matériaux perméables.

Séquence mixte sur matériaux perméables et peu perméables.

Séquence sur matériaux peu perméables



Fonction hydrologique

Capacité de stockage et de restitution des plaines inondables

- Les plaines inondables actives constituent des zones humides qui :
 - Stockent de l'eau par saturation du sol et submersion lors des inondations (expansion et écrêtement des crues) ;
 - Restituent une partie de cette eau aux nappes par drainage gravitaire (sol perméable, nappe libre) ;
 - Favorisent, le dépôt des particules solides (alluvionnement),
 - Constituent des stocks de sédiments alluvionnaires mobilisables par les cours d'eau pour la recharge sédimentaire.

Fonction hydrologique

Bilan

Revue bibliographique : 400 sites ZH ;

81% des cas : la présence des ZH influe sur le cycle hydrologique.

- **82%** des ZH de plaines d'inondations
 - **41 %** des ZH de têtes de bassins
- } **Stockage d'eau de surface à court terme**

Diminution des aléas (pic de crue décalé, hydrogramme étalé)

- **Une zh sur 2** : assure la **recharge de la nappe** (intensité des interactions pas précisée) ;

Conclusion sur la fonction hydrologique

**Le régime hydrologique est considéré comme le paramètre principal
contrôlant le fonctionnement des ZH.**

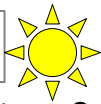
**Ne pas généraliser une sous fonction hydrologique à un type de zone humide
(vigilance dans les messages type « tourbière = éponge »...)**

**Avoir une vision globale des ZH dans l'hydrosystème et à l'échelle d'un BV
(Intérêt des démarches systémiques (fonctions, état, pressions))**

Fonction biogéochimique

Définition

Photosynthèse



Assimilation

Minéralisation

Bactéries

Zone humide

Biogéochimie :

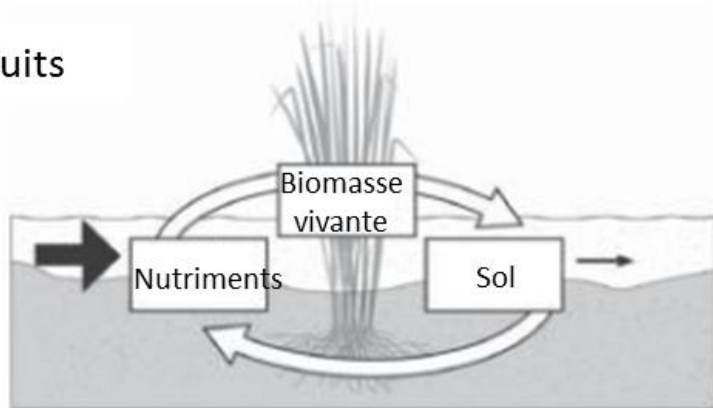
- Étude de la **dynamique de la matière organique** (CHNOPS ...) dans l'environnement : production, transformation, assimilation, dégradation ;
- Processus biologique et cycle de la matière
- Sol = bioréacteur

Fonction biogéochimique

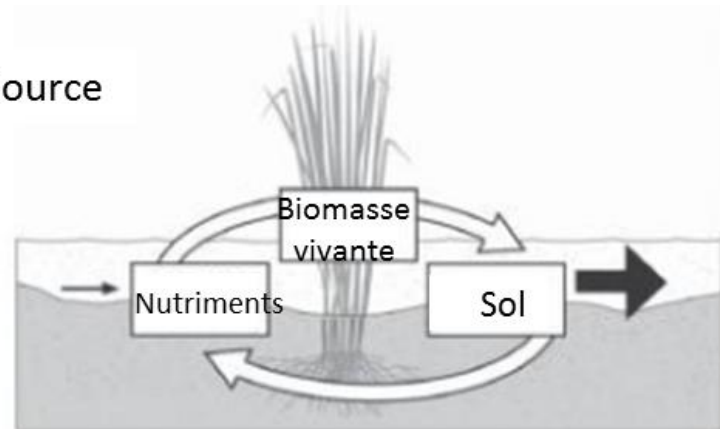
Choix de la sémantique

- Deux sous fonctions principales : **puits** et **source**

Puits



Source



Fonction biogéochimique

PUITS

Gain de carbone

**Production
primaire élevée
(photosynthèse)**



SOURCE

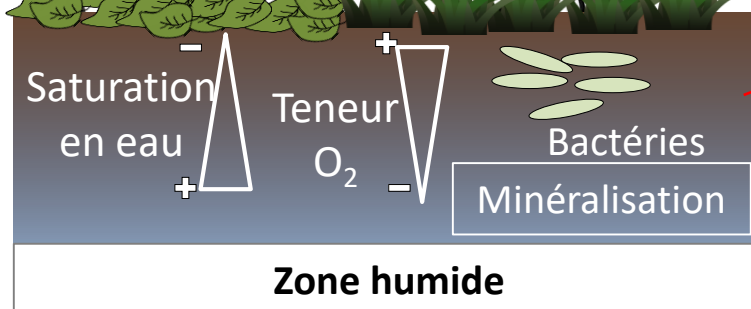
Perte de carbone

**Décomposition rapide de la
matière organique par
minéralisation en condition
aérobie (sol drainé)**

**Décomposition incomplète
en condition anaérobie
Sol + ou - saturé en eau**



**Stockage de MO
dans le sol**

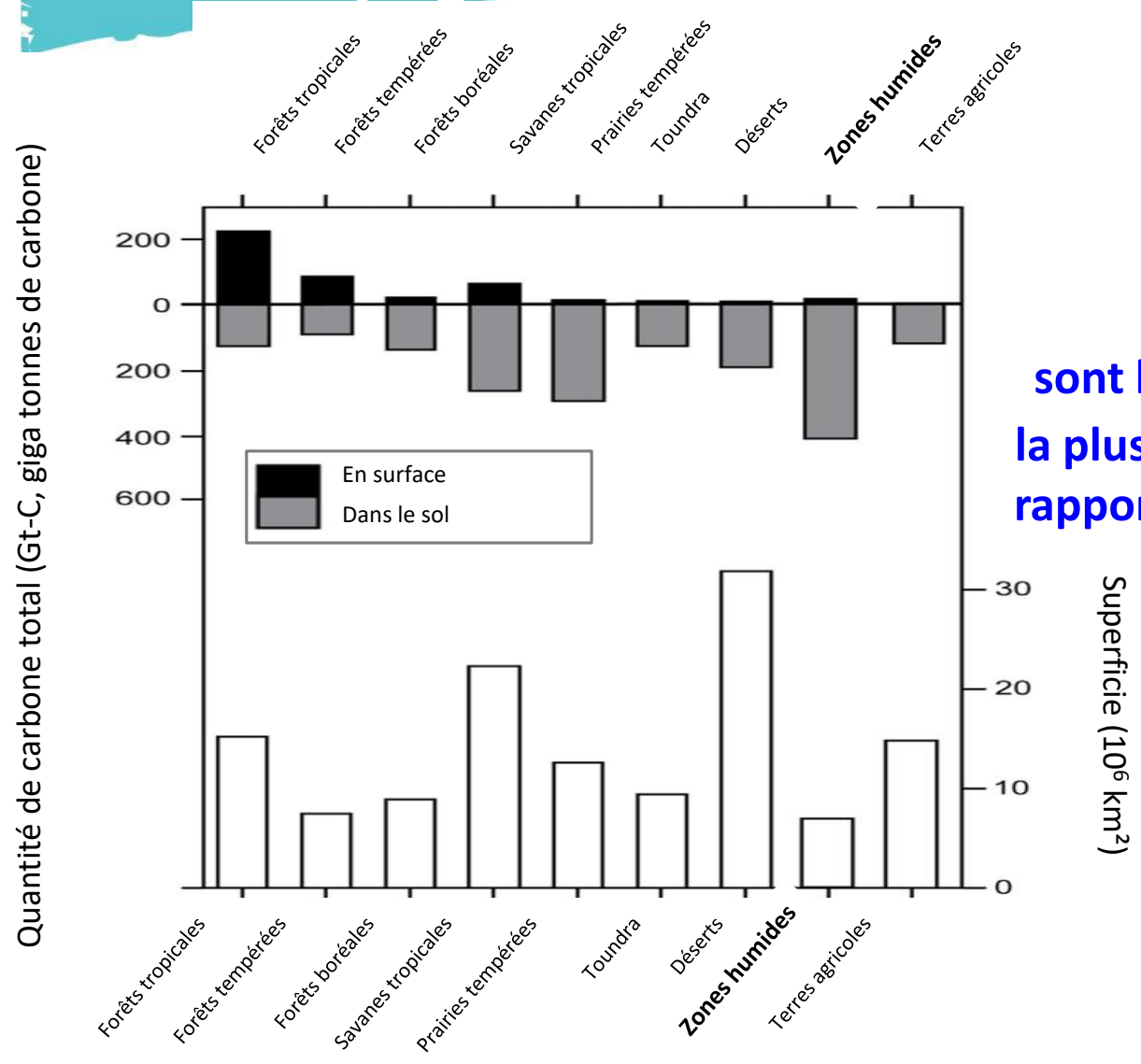


Zone humide

Bilan positif quand fonction hydrologique en bon état. Son altération favorise le dégagement de C dans l'atmosphère

Fonction biogéochimique

Sous fonction de puit de Carbone



Les Zones Humides
sont les écosystèmes possédant
la plus grande densité de carbone
rapportée à la superficie couverte

Fonction biogéochimique

Sous fonction de source de Carbone sous forme de CO₂ et CH₄

- Dans certaines conditions (saturation, anaérobiose, température, micro-organismes) → **production de méthane (CH₄)**
CH₄ : potentiel radiatif 34 fois plus élevé que CO₂
- **La destruction de 1 ha de tourbière libère 25T de CO₂/an**
soit l'équivalent des émissions de GES produit en 2 tours du monde en avion.

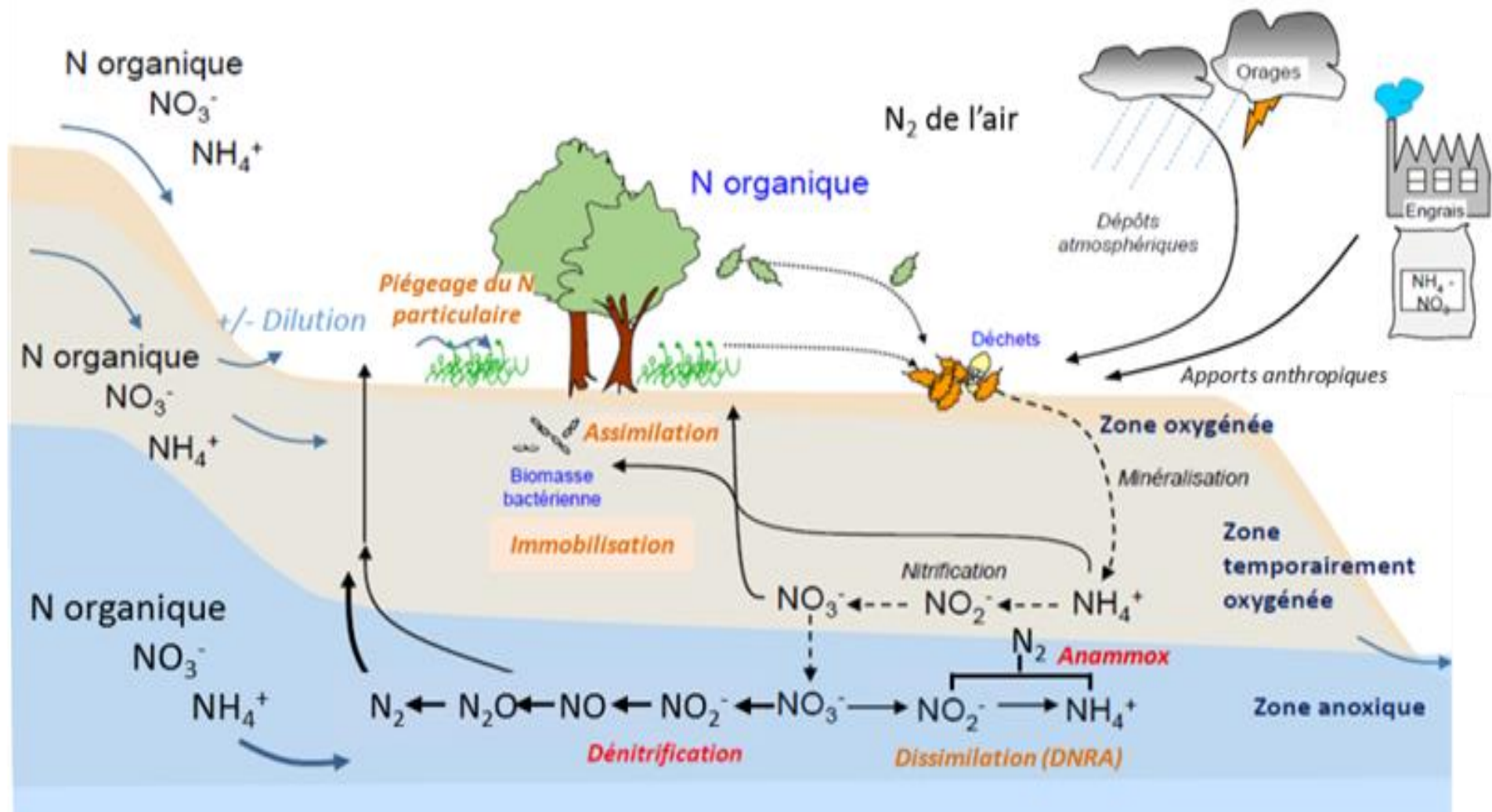


Minéralisation de la tourbe



Fonction biogéochimique

Cycle de l'Azote



Fonction biogéochimique

Azote, fonction de puits dans des sols aérés

- Zone en dépression, réception des apports minéraux (NO_3 , NH_4 et organique) ;
- Assimilation végétale et production de biomasse
- Minéralisation de la matière organique et immobilisation
- Fixation de l'N gazeux (symbiose, bactéries)

Azote, fonction de source dans des sols

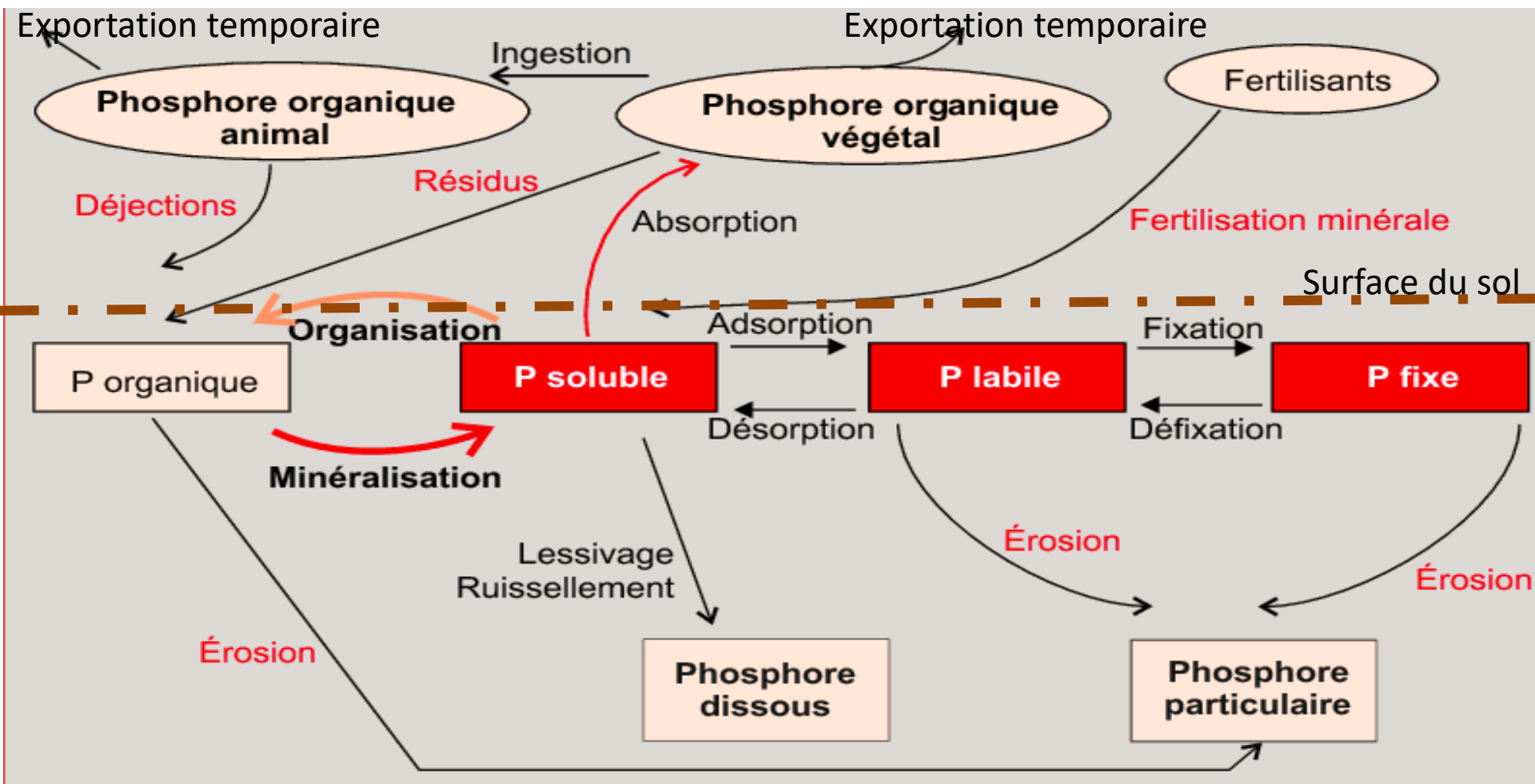
- Dénitrification complète NO_3 vers N_2 (anoxie totale, <60% saturation du sol en eau pas de dénitrification) , 50 à 200 kg/ha/an (**ZH pas une station d'épuration**)
- Dénitrification incomplète NO_3 vers N_2O (pH <4, apport en NO_3 importants, 60 à 70% de saturation)
- Lessivage des NO_3 solubles, non retenus par le complexe argilo-humique

Dénitrification optimale quand :

- absence d'oxygène ;
- sol saturé en eau + temps de résidence important ;
- sol riche en MO ;
- émission N_2O réduite quand saturation >70% et concentration NO_3 modérée dans l'eau.

Fonction biogéochimique

Phosphore



Deux formes : soluble et insoluble. Absence de phase gazeuse significative,

Fonction biogéochimique

Phosphore

Fonction de puits

- Précipitation sur molécules d'oxy-hydroxyde de Fe, Mn, Al (aérobie) ;
- Adsorption par pont calcaïque (capacité d'échange importante) ;
- Immobilisation en présence de carbonate de calcium (pH basique);
- Assimilation végétale ;
- Accumulation temporaire dans écosystèmes riverains des sols cultivés fragiles (battance)

Fonction de source :

- Dissolution réductrice dans le sol (solubilisation en absence d'O₂) et pH acide ;
- Minéralisation de la MO par les micro-organismes favorise la forme dissoute ;
- Fonction de puits saturé favorise émission de P soluble vers eau de surface et souterraine

Fonction biogéochimique

Conclusion

Les ZH assurent des fonctions biogéochimiques très variables dépendant de leur localisation dans le BV, les caractéristiques de sol, leur végétation.

Nécessité de raisonner à l'échelle de plusieurs cycles hydrologiques (efficacité attendu sur le long terme).

Le fonctionnement hydrologique est une variable centrale à restaurer sans attendre pour

- **Préserver le stock de carbone et réduire la production de GES (CO₂, CH₄, N₂O)**
- **Favoriser la fonction de puit de Carbone**
- **Améliorer l'assimilation végétale de l'azote et optimiser la dénitrification**
- **Stimuler la résilience écologique et biogéochimique**

Les zones humides constituent des « relais biogéochimiques » pour le phosphore entre bassin versant et cours d'eau : nécessité de travailler sur les émissions

Conclusion : Des fonctions pour quoi ?

1. Les ZH assurent des fonctions hydrologiques et biogéochimiques très variables

= nécessiter de protéger le cortège de zones humides

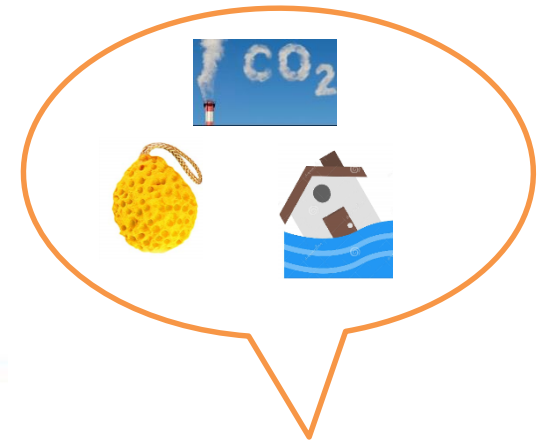
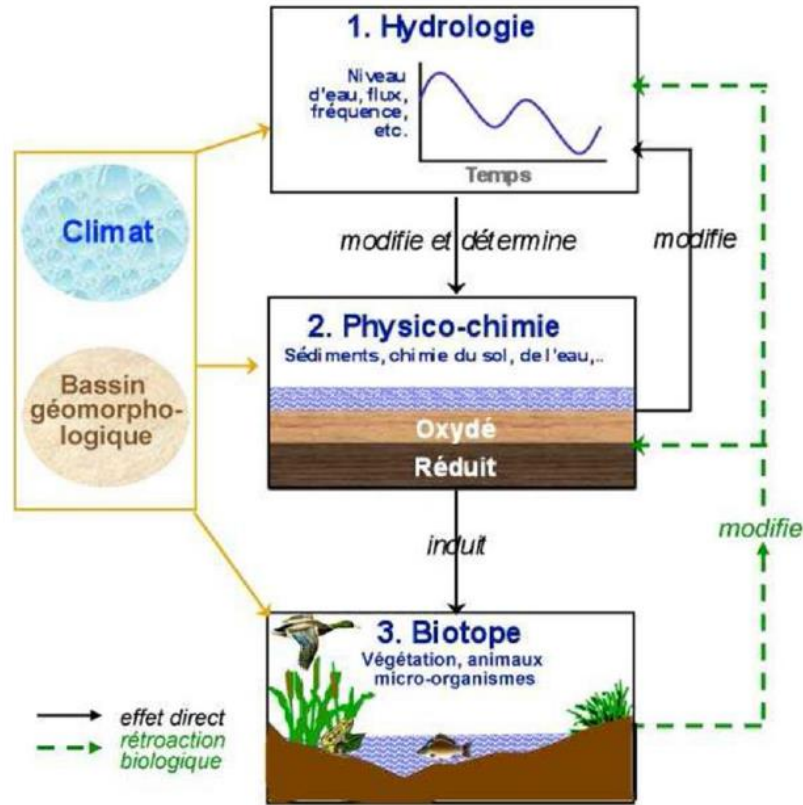


2. Le bon fonctionnement hydrologique est souvent la condition essentielle pour l'expression des fonctions.



Conclusion : Des fonctions pour quoi ?

3. Le fonctionnement des zones humides est un TOUT (toutes les fonctions sont liées les unes aux autres)



4. Quelle que soit leurs fonctions/services rendus, des milieux naturels essentiels...

