



LE CYCLE DE L'EAU



—
Webinaire n°2
Du 9 novembre 2023
Michel Jauzein,
Professeur de Science des Sols



1. Le cycle de l'eau planétaire
2. Des processus physiques
3. Des processus physico-chimiques
4. Des processus biologiques
5. Un cycle anthropique de l'eau
6. Une économie circulaire de l'eau ?



1 – LE CYCLE PLANÉTAIRE



Importance planétaire de l'eau :

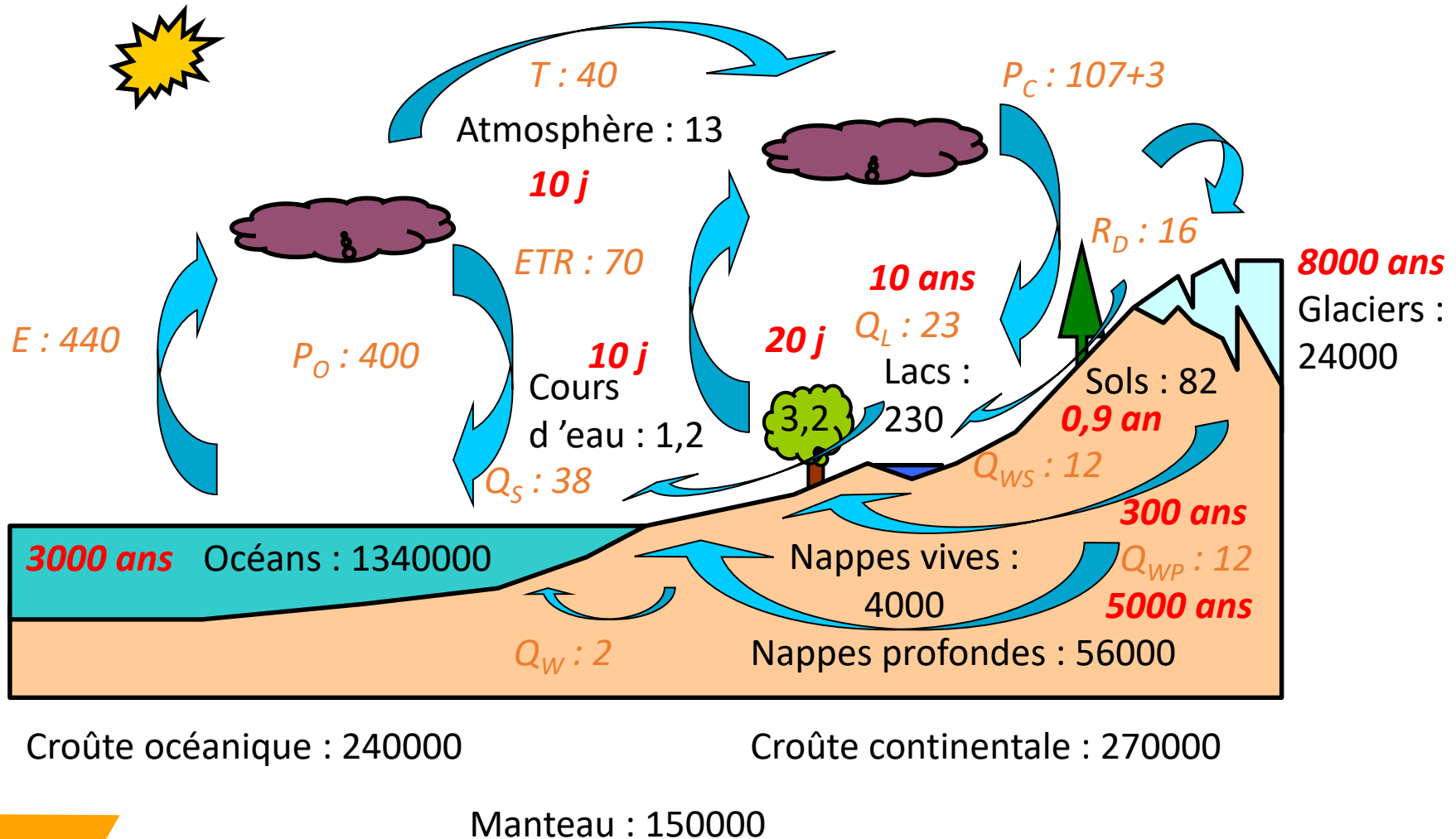
- ***Agent d'altération et de désagrégation des roches :***
 - *Glyptogenèse et Morphogenèse* de la lithosphère continentale
 - Agent d'altération chimique des minéraux
 - Moteur premier de la genèse et de l'évolution des sols
 - Véhicule principal des sels solubles nés de l'altération des minéraux et des particules nées de l'altération et de la désagrégation des roches
- ***Fluide et constituant nécessaire au vivant :***
 - Fluide principal de constitution du vivant
 - Vecteur principal de transfert des substances chimiques du vivant
 - Matière première pour la synthèse de la matière organique
 - Facteur déterminant dans l'existence des habitats et des écosystèmes continentaux

Les notations :

- ***E*** : évaporation
 - ***P_O*** : pluie océanique
- ***P_C*** : pluie continentale
 - ***R_D*** : ruissellement direct
- ***ETR*** : évapotranspiration
 - ***Q_L*** : débit des lacs
- ***Q_S*** : débit des rivières vers les océans
 - ***Q_{WS}*** : débit des nappes superficielles
- ***Q_{WP}*** : débit des nappes profondes
 - ***Q_W*** : débit des nappes vers les océans

Le cycle planétaire de l'eau

Unités : Milliers de km³; *Milliers de km³/an* ; **années ou jours**



L'eau dans tous ses états

- *Un cycle complexe de la molécule dans ses trois états :*
 - Vapeur d'eau dans l'atmosphère, les sols et le sous-sol
 - Eau liquide dans les océans, l'atmosphère, les cours d'eau, les lacs, les mers intérieures, les sols et le sous-sol
 - Glace dans la banquise, les calottes glaciaires et les glaciers continentaux, mais aussi l'atmosphère, les sols et le sous-sol
- *Dans chaque compartiment :*
 - Un temps de séjour moyen τ
 - lié au volume moyen d'eau contenu dans le compartiment V
 - et au flux ou débit moyen entrant et sortant du compartiment Q

$$\tau = V / Q$$

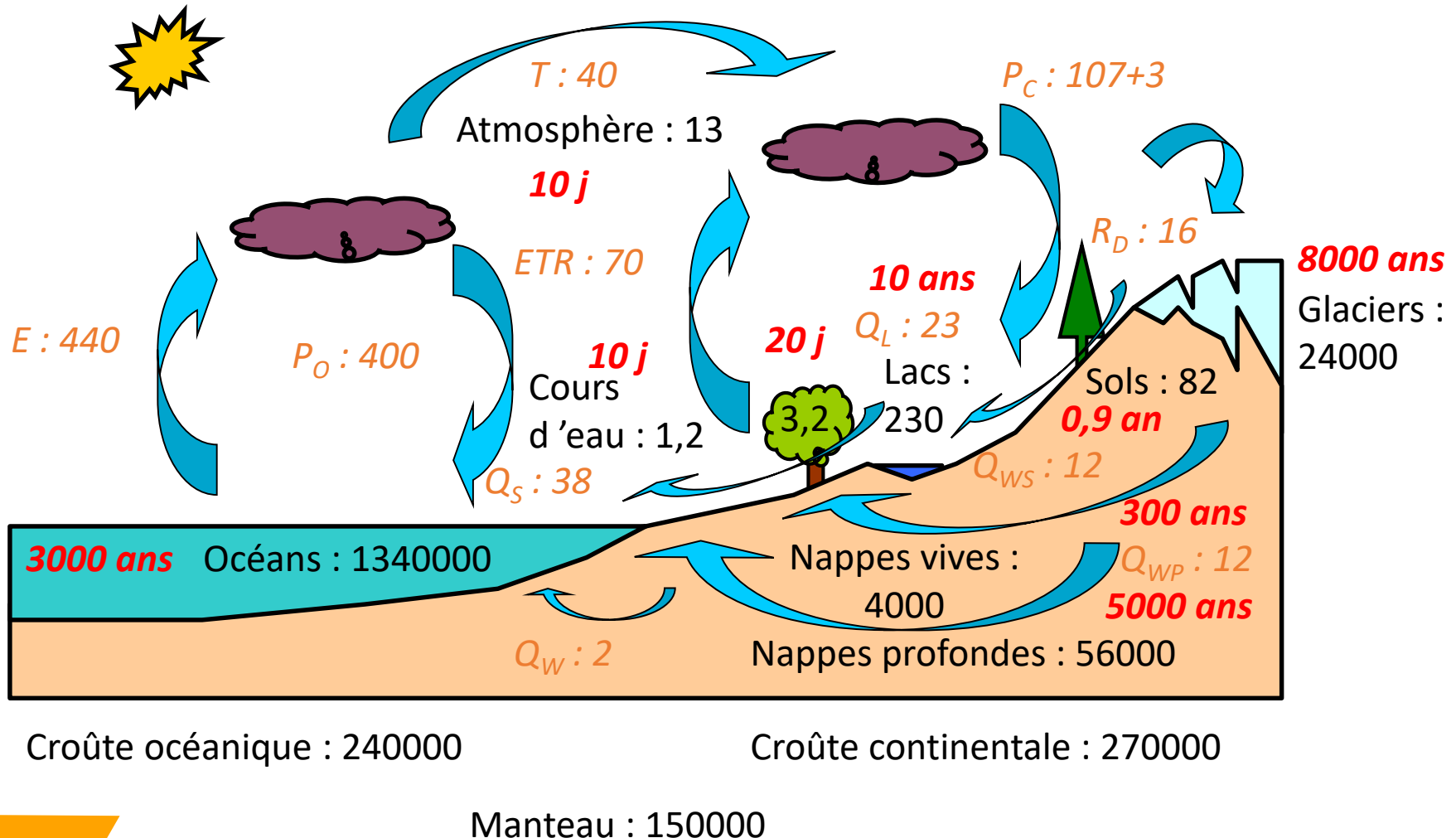
Des stocks et des flux d'eau multiples

- *Un bilan hydrologique simple pour toute surface planétaire :*
 - Des précipitations **P** (P_O ou P_C): pluie, neige, grêle, rosée, givre...
 - Une évapotranspiration **E** (**E** ou **ETR**) : évaporation et transpiration des êtres vivants (principalement les plantes sur les continents)
 - Un ruissellement **R** (R_D , Q_L et Q_S) : ruissellement continental direct, une contribution indirecte de sources et de résurgences continentales qui alimentent le débit des cours d'eau
 - Une infiltration **I** (Q_{WS} , Q_{WF} et Q_W) : infiltration dans les sols et le sous-sol des continents

$$\mathbf{P} = \mathbf{E} + \mathbf{R} + \mathbf{I} \text{ ou } \mathbf{P} - \mathbf{E} = \mathbf{R} + \mathbf{I}$$

Le cycle planétaire de l'eau

Unités : Milliers de km³; *Milliers de km³/an* ; **années ou jours**

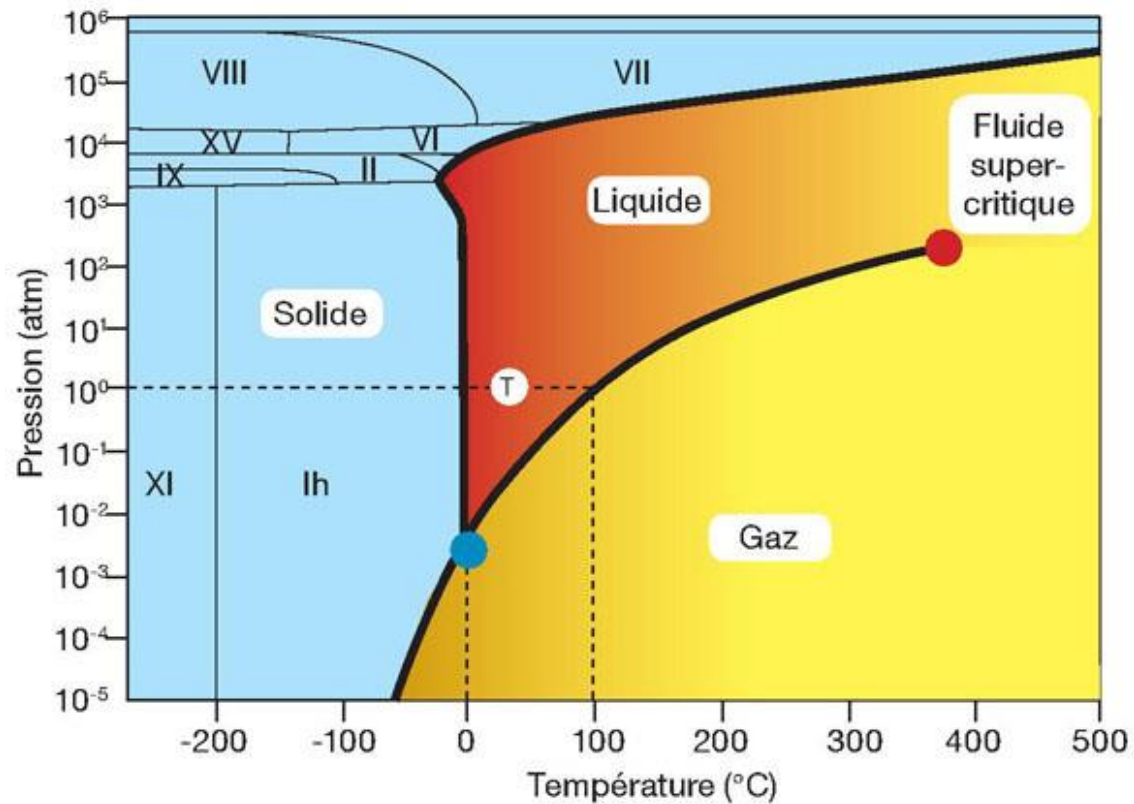
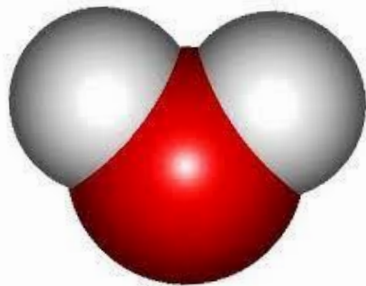
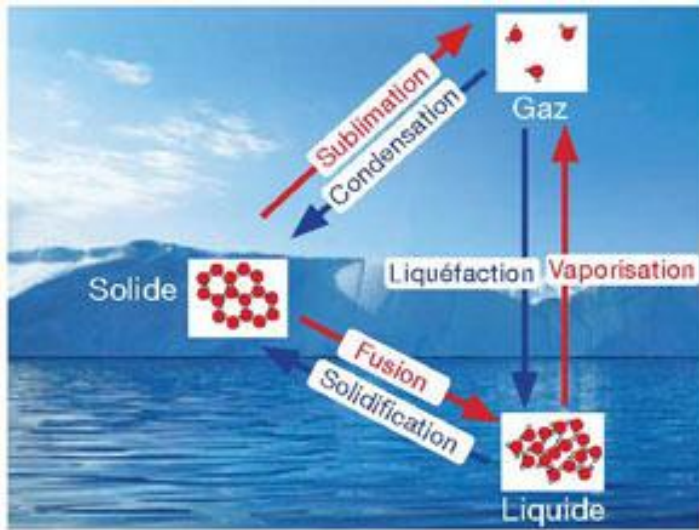




2 – DES PROCESSUS PHYSIQUES



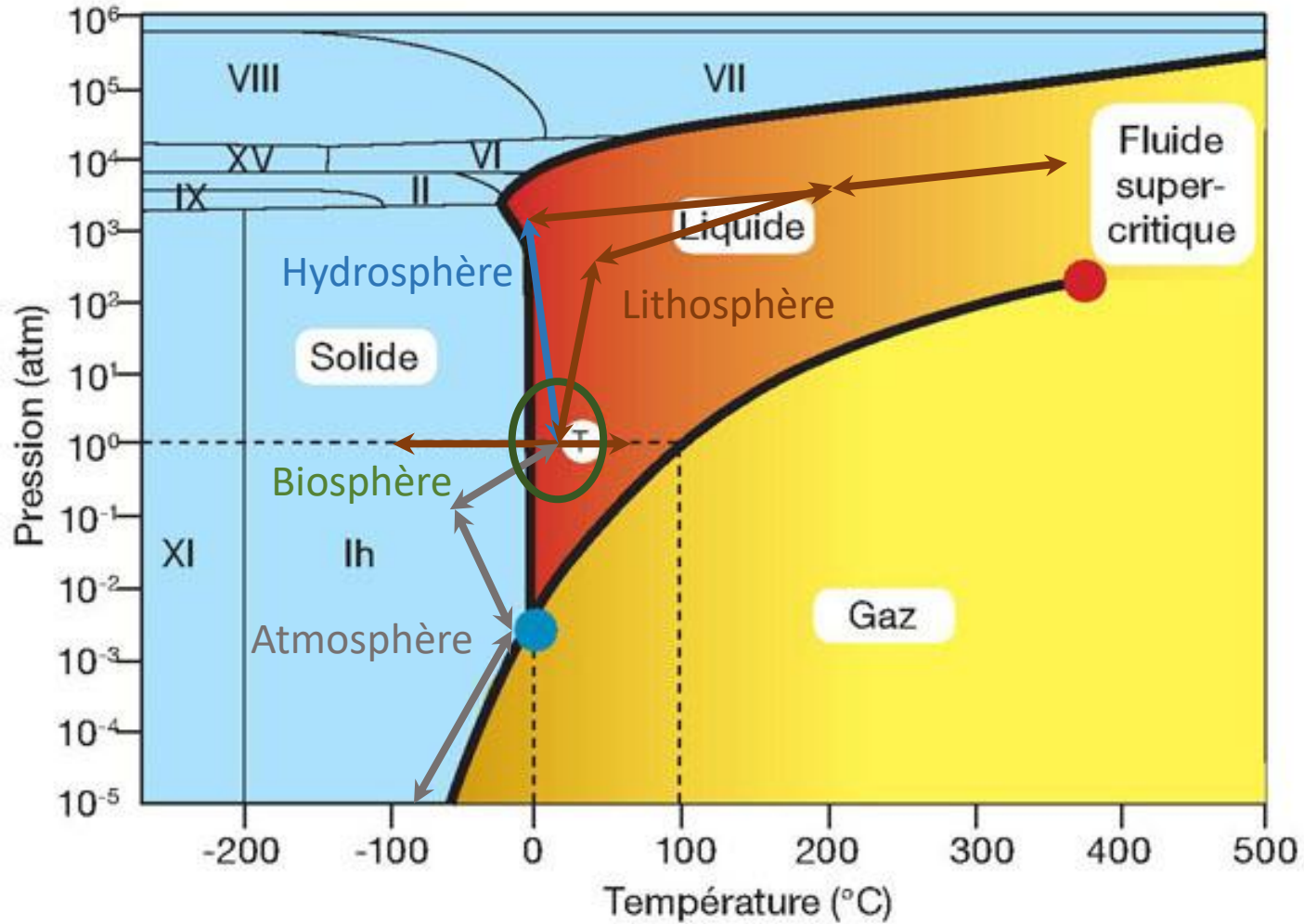
Un diagramme de phases particulier



Nicolas Sator, « 2. L'eau sous toutes ses formes et ses transformations »

Dans « L'eau à découvrir » sous la direction de Agathe Euzen, Catherine Jeandel et Rémy Mosseri
CNRS éditions, 2015, Licence Openedition Books

Les états possibles de l'eau dans les compartiments planétaires



D'après une illustration de Nicolas Sator, 2015 « 2. L'eau sous toutes ses formes et ses transformations »
<https://books.openedition.org/editions-cnrs/docannexe/image/9791/img-2.jpg>

Dans l'atmosphère : nuages et brouillards

Pression de vapeur d'eau
dans l'air

Saturation en vapeur d'eau

(1 atm) 10^5 Pa

100 % d'eau à 100°C

$1,2 \cdot 10^4$ Pa

12 % d'eau à 50°C

$2,3 \cdot 10^3$ Pa

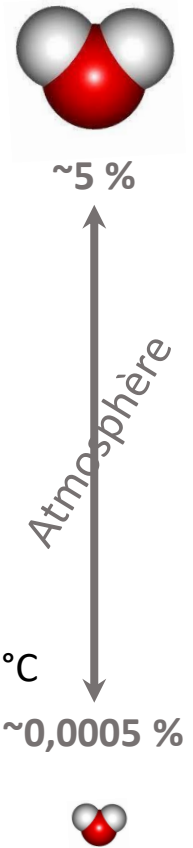
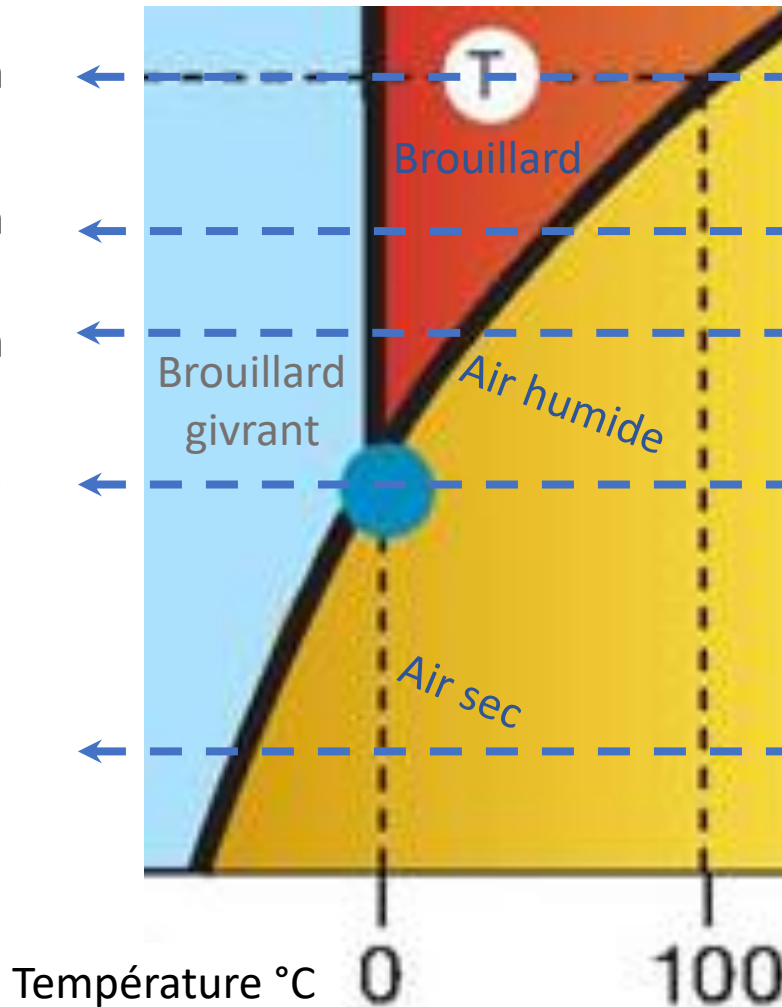
2,3 % d'eau à 20°C

$6,1 \cdot 10^2$ Pa

0,6 % d'eau à 0°C

$3,8 \cdot 10^0$ Pa

0,004 % d'eau à -50°C



Qui se déplacent et génèrent des précipitations.

La glace : une densité faible

- **La glace a une densité plus faible que l'eau :**
 - La masse volumique de la glace est de $0,91 \text{ g/cm}^3$ alors que celle de l'eau liquide est de 1 g/cm^3 . Cette baisse de la masse volumique explique notamment que la glace flotte sur l'eau.
- **L'alternance gel / dégel est un facteur de glyptogénèse :**
 - Les roches poreuses peuvent retenir de l'eau liquide dont le gel augmente le volume en créant des contraintes internes qui peuvent désagréger les roches.

- **Cryoclastie**
 - **Gélifraction**
 - **Gélivation...**

Un rocher fragmenté par la cryoclastie
en Islande

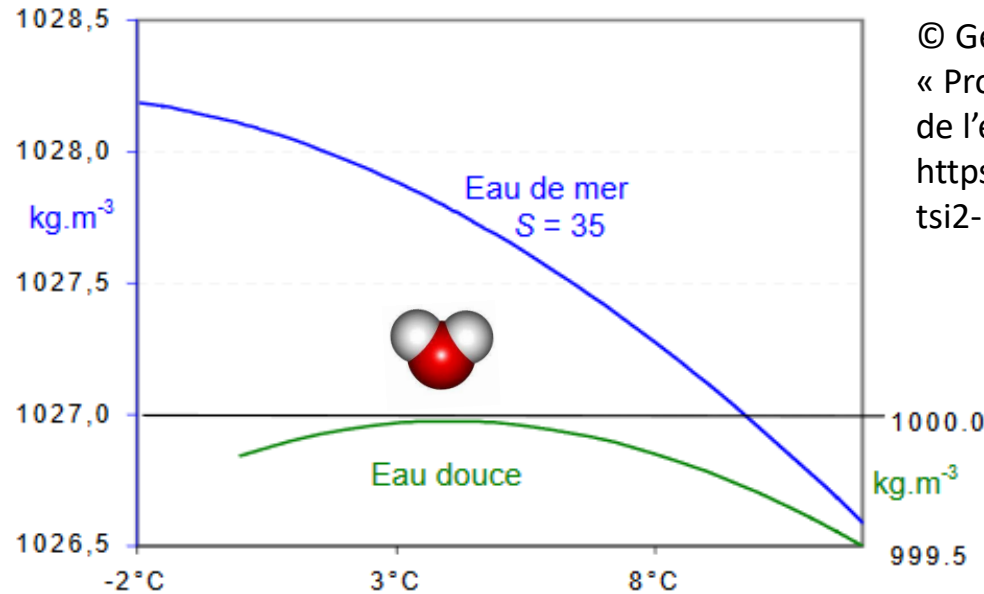
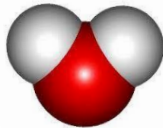


Dans l'hydrosphère : une densité variable qui engendre des processus convectifs

Molécules rapprochées



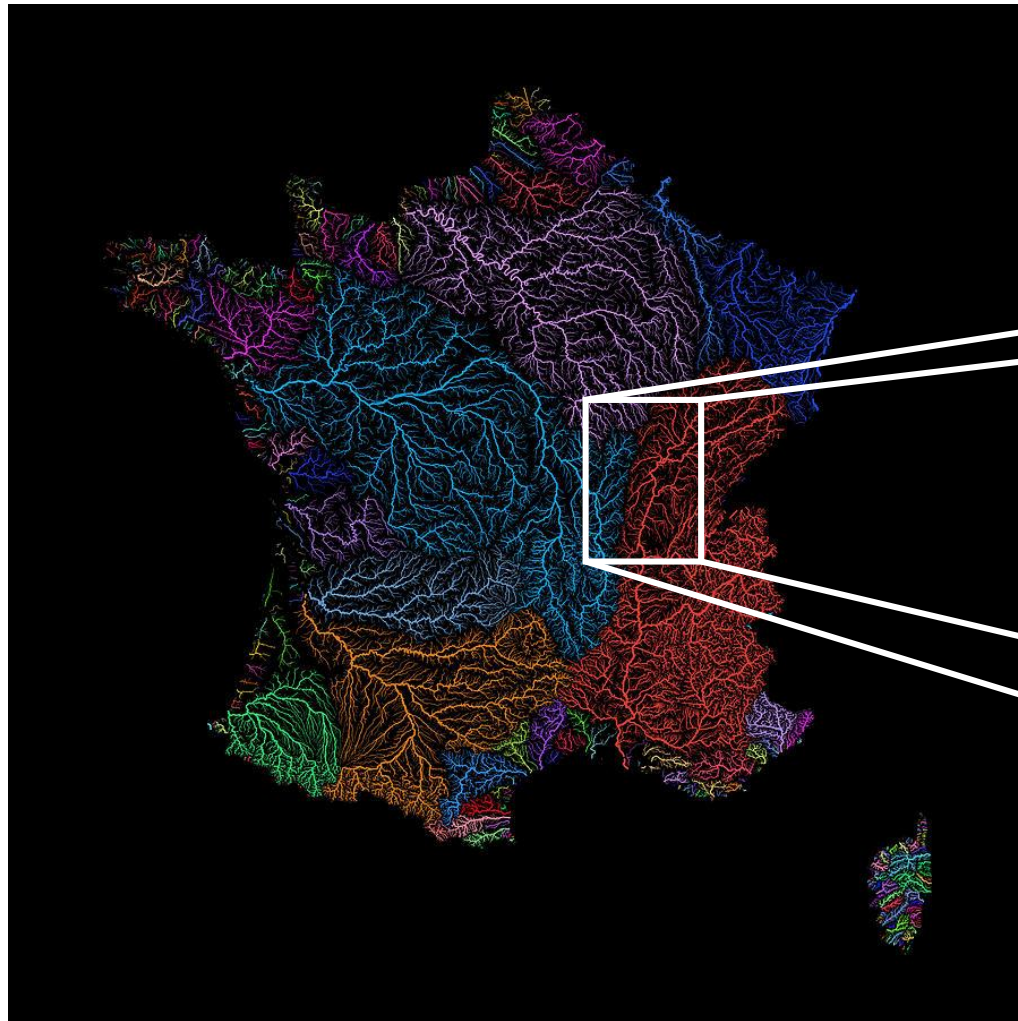
Molécules plus libres



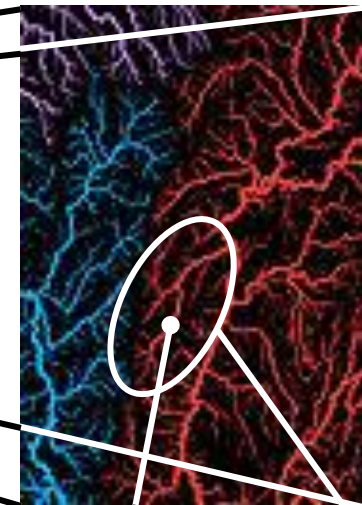
© Gérard COPIN-MONTÉGUT,
« Propriétés physiques
de l'eau de mer »
[https://cahier-de-prepa.fr/
tsi2-riquet/download?id=705](https://cahier-de-prepa.fr/tsi2-riquet/download?id=705)

- **L'eau froide et salée plonge toujours en profondeur des océans :**
 - Moteur de la circulation thermohaline et température proche de 0°C en profondeur des océans : il n'y a jamais de stabilité par refroidissement.
- **L'eau douce froide des lacs à 2 types de comportement :**
 - Si la température de surface descend progressivement vers 4°C, l'eau froide s'écoule en profondeur et est remplacée par de l'eau plus chaude : la convection ralentit le gel des lacs comme dans les océans.
 - Si la température de surface refroidit rapidement en dessous de 4°C, une stabilité des couches d'eau s'installe, la surface gèle et l'eau sous-jacente en profondeur se stabilise vers 4°C.

Sur les continents : un ruissellement « fractal » qui fait apparaître des...



...Bassins Versants gravitaires...



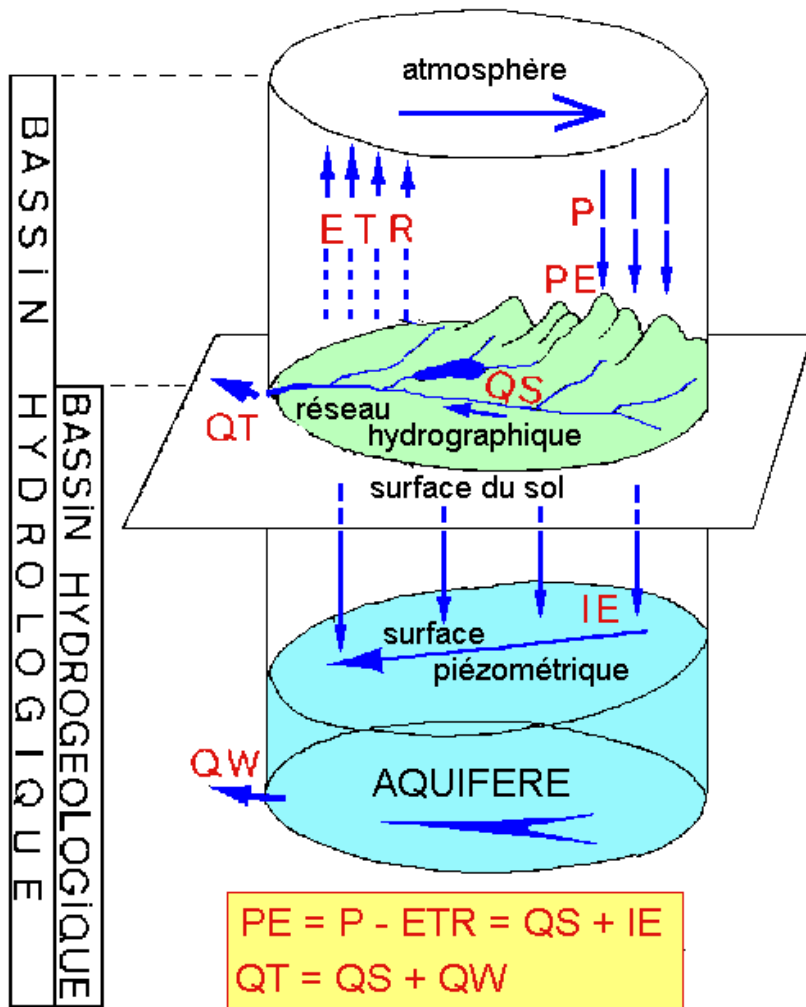
Bassin versant de la Grosne

Cluny

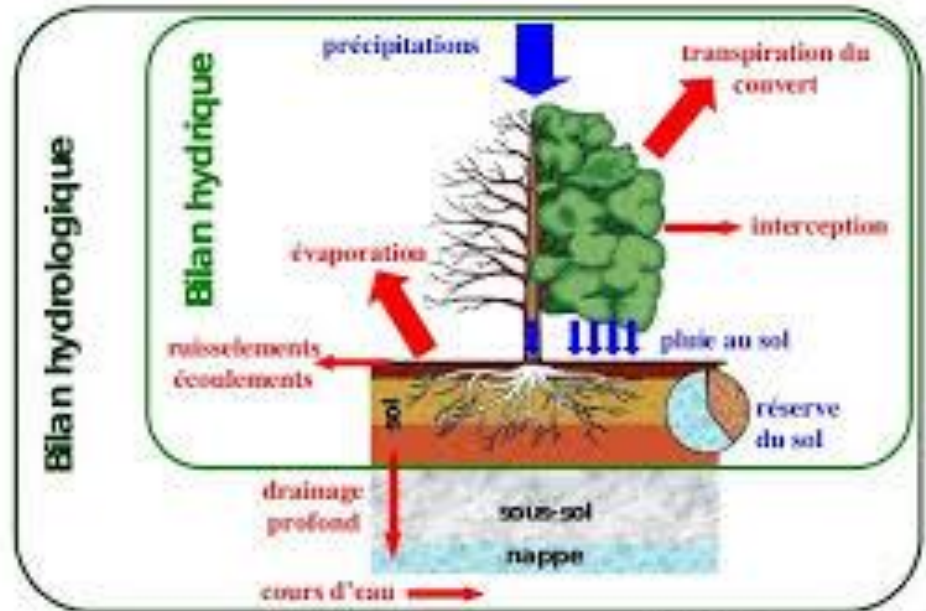
© Photo Robert Szucs

...limités par des sommets et des lignes de crête du relief continental

Dans les bassins versants : bilans hydrologiques et hydriques...



Bilan hydrique : rappel (Breda et Buisson)



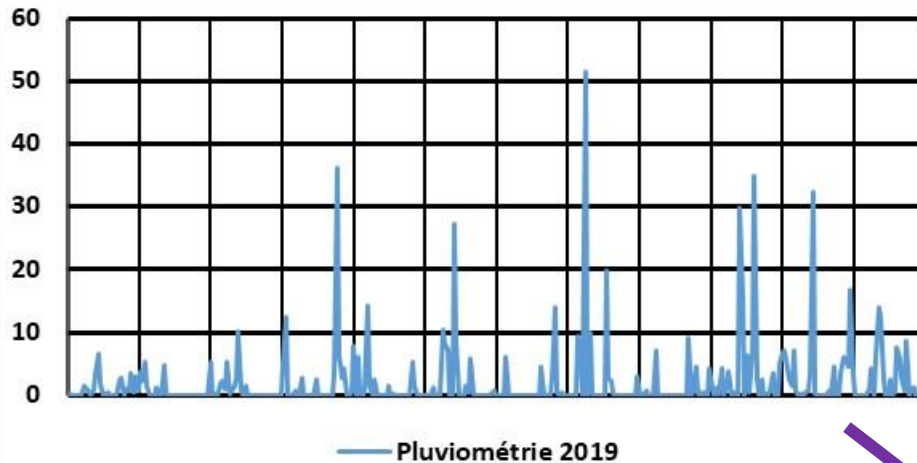
- **Différents types d'écoulement :**
 - Gravitaires : hydrologiques / cours d'eau
 - Gradient d'altitude
 - Capillaires : pédologiques / sols
 - Gradient de potentiel hydrique ?
 - Piézométriques : hydrogéologiques / nappes
 - Gradient de pression hydraulique

© CASTANY G. (1979) - Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Dunod.

© GRANIER A. et BREDA N. (2010) - Raisonner les calculs de flux d'eau et de bilan hydrique à l'échelle du peuplement et formation à la mise en œuvre d'outils de calculs

Des pluies au débits des cours d'eau ?

Pluie en mm



- **Pluies journalières sur le haut bassin versant de la Grosne:**

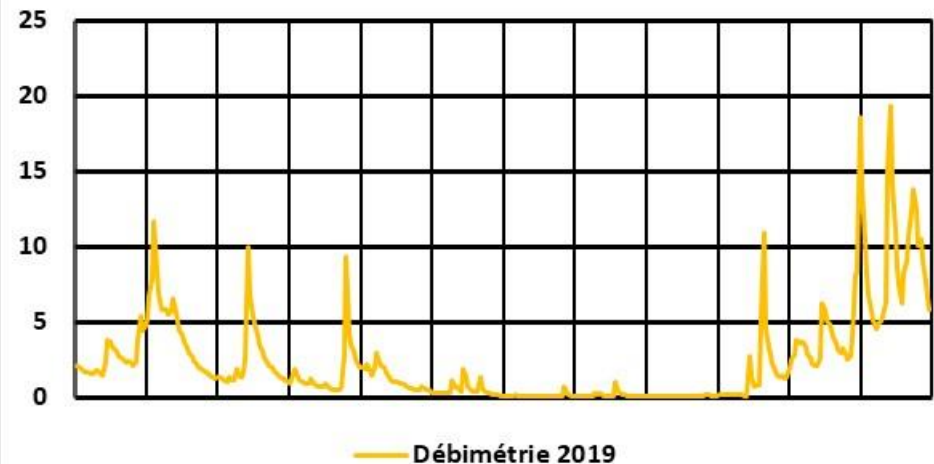
- Succession intermittente de jours pluvieux et de jours sans pluie
- Peu de pluie en hiver
- Des pluies de forte intensité au printemps et en été
- Des périodes sans pluie jusqu'à l'automne pluvieux

?

- **Débits journaliers à Cluny :**

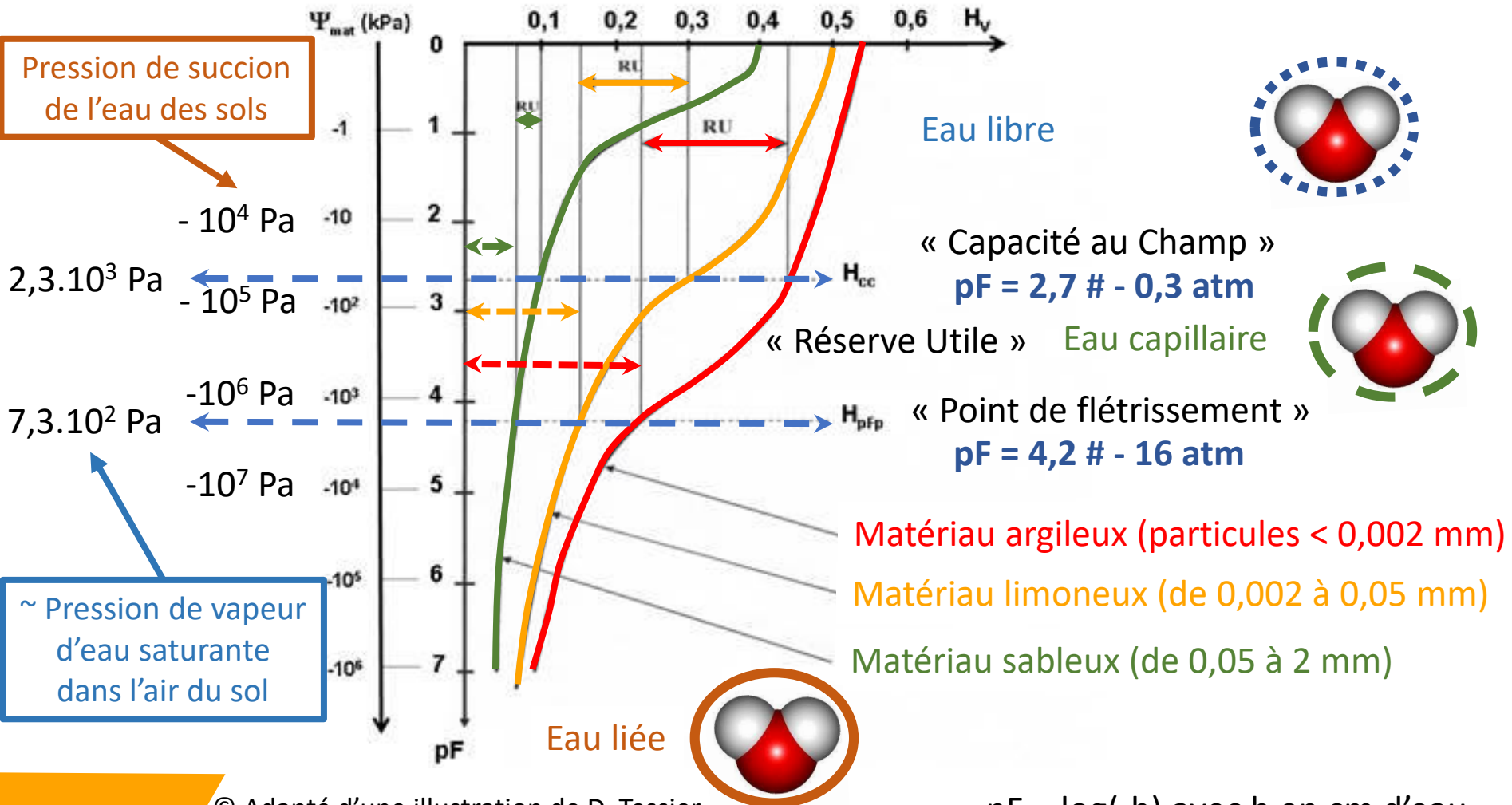
- Des crues marquées en hiver et au printemps malgré des pluies modestes
- Un étiage (faibles débits) en été malgré les pluies
- Une montée du débit et des épisodes de crue en automne

Débits en m³/s



Dans des sols variés : une rétention possible d'eau liquide par capillarité

Teneur en eau volumique dans les sols



Pression de succion de l'eau des sols

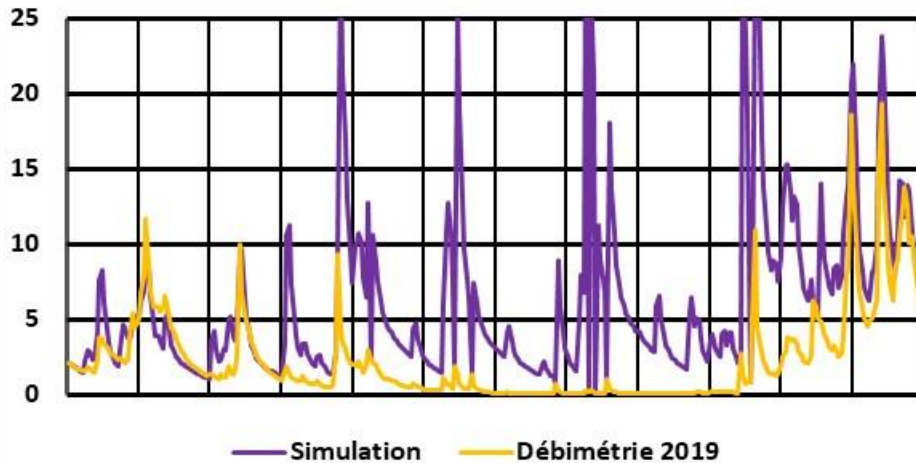
~ Pression de vapeur d'eau saturante dans l'air du sol

© Adapté d'une illustration de D. Tessier, François-Alain Daudet et Pierre Cruziat, Copyright 2023, Plantes et eaux (<https://plantes-et-eau.fr/>)

$pF = \log(-h)$ avec h en cm d'eau
 $pF \# [\log(-\psi) - 2]$ avec ψ en Pa

Une importance des sols et de la végétation réduisant la dynamique d'érosion

Débits en m³/s



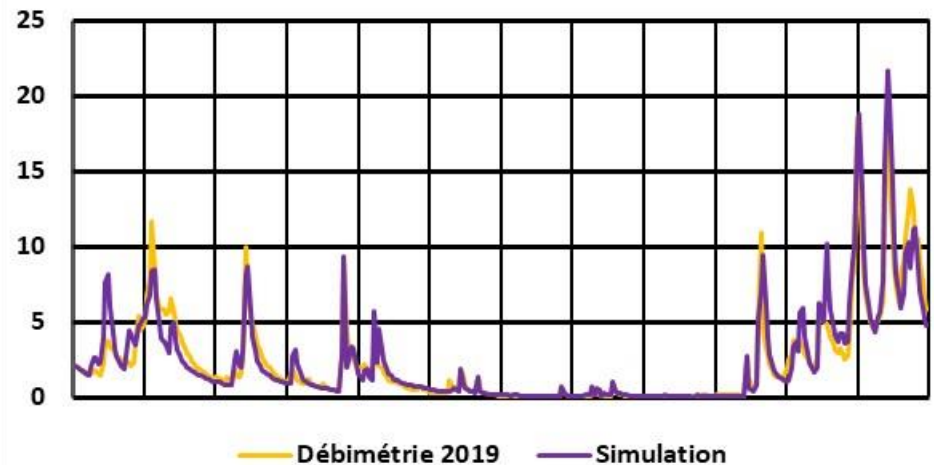
- *Débits simulés sans les sols et la végétation:*

- Simulation correcte en hiver et fin d'automne
- Régime de grandes crues en été et au début de l'automne
- Faible évaporation de 110 mm
- Lambe d'eau écoulée de 630 mm pour 750 mm de pluie

- *Débits simulés en tenant compte des sols et de la végétation :*

- Réserve Utile de 68 mm d'eau
- Evapotranspiration importante de 520 mm sur l'année
- Régime de crues modérées réduites à l'hiver et au printemps
- Lambe d'eau écoulée correctement simulée à 220 mm

Débits en m³/s



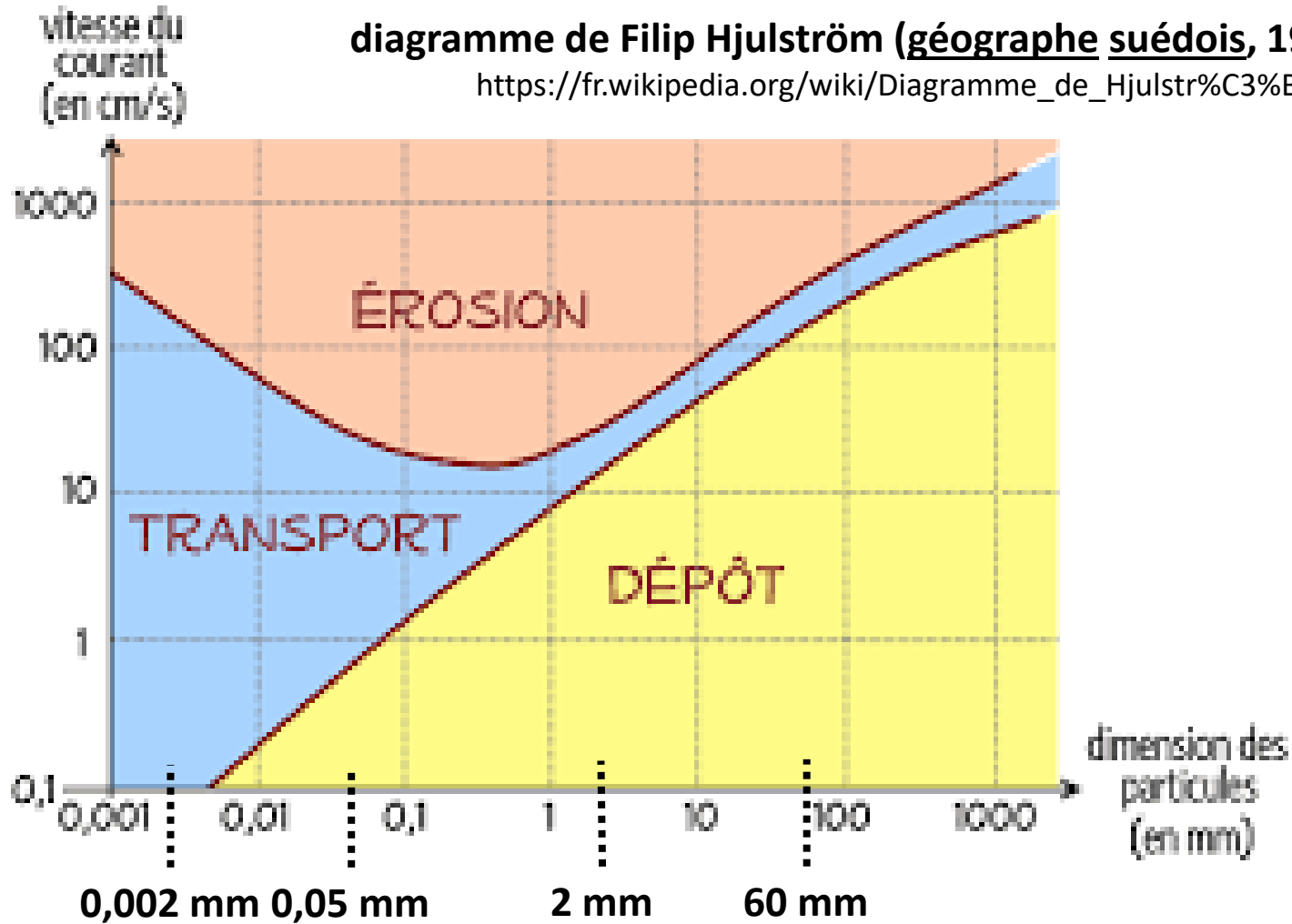
Paramètres pris en compte :

- *Au niveau de la météorologie :*
 - Pluies journalières (740 mm de pluie annuelle, station de Mâcon)
 - Estimation de l'évaporation potentielle à partir des températures (13°C de moyenne annuelle, EP de 410 mm)
- *Au niveau des écoulements gravitaires et hydrauliques :*
 - Temps de réponse hydraulique des cours d'eau (1,4 jour)
 - Taux de ruissellement (1 %)
 - Nappes d'eaux souterraines représentées par des réservoirs de volume variable, caractérisés par un temps caractéristique de vidange (deux réservoirs souterrains de 1,7 jour et 19 jours)
- *Au niveau des sols et de la végétation :*
 - Estimation de l'évapotranspiration potentielle à partir des températures (13°C de moyenne annuelle, ETP de 750 mm)
 - Réserve Utile moyenne des sols du bassin versant (68 mm)

Actions des cours d'eau : érosion, transport, sédimentation

diagramme de Filip Hjulström (géographe suédois, 1902-1982)

https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_Hjulstr%C3%B6m



« argileuses »

« limoneuses »

« sableuses »

« graveleuses »

« pierreuses »



3 – DES PROCESSUS CHIMIQUES

—

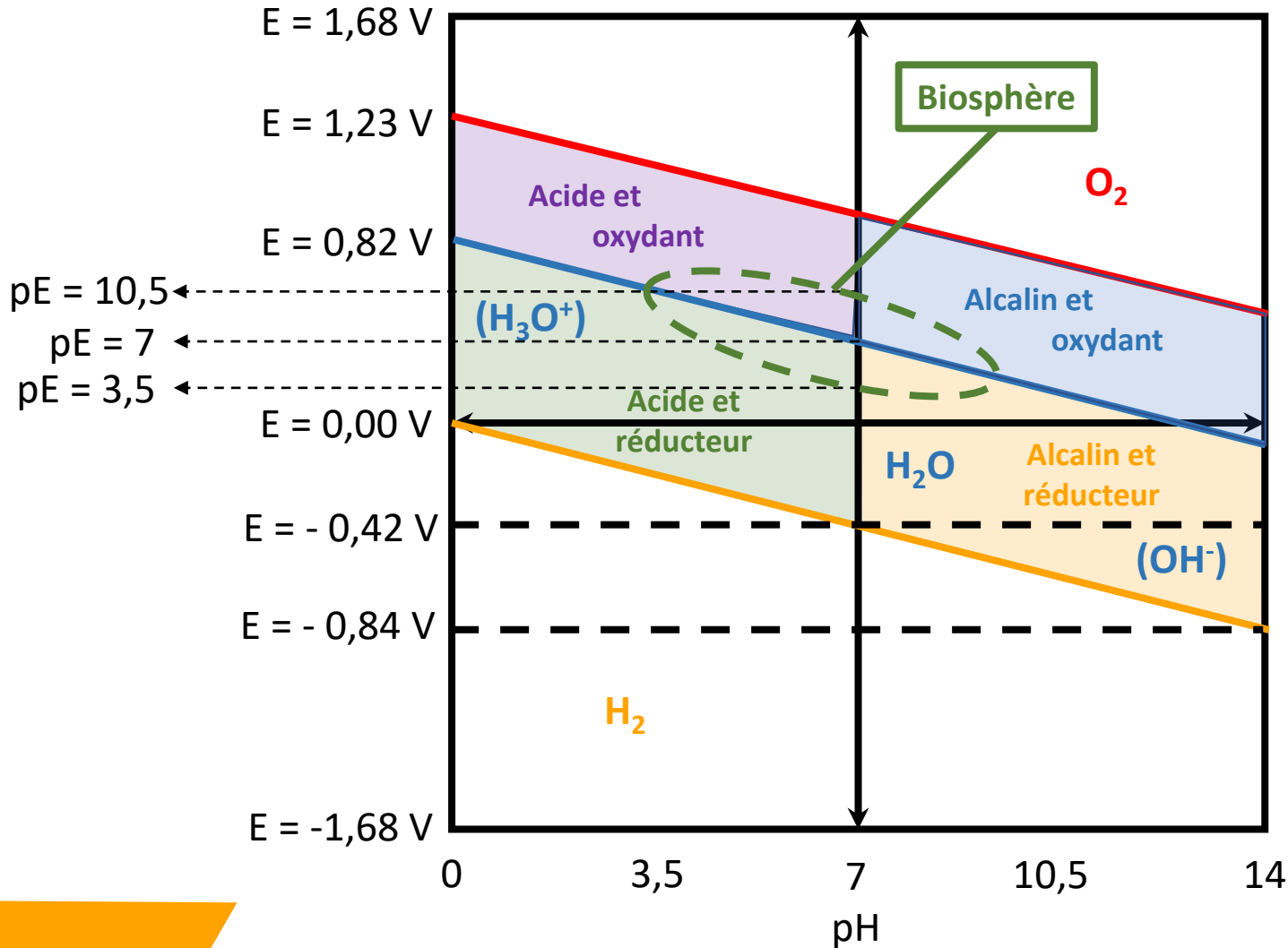
Des processus acido-basiques :

- *Le processus de dissociation ionique de l'eau :*
 - $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
- *Un loi d'action de masse :*
 - $[\text{H}_3\text{O}^+].[\text{OH}^-] = 10^{-14}$ [...] concentrations en mole/litre
- *Un indicateur d'acidité : le pH*
 - Définition : $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$
 - On peut aussi utiliser $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ pour écrire $\text{pH} + \text{pOH} = 14$
- *Neutralité à 7, acidité en dessous et alcalinité au dessus*
 - Océans : **8,1** suivant la composition moyenne (variations entre 7,5 suivant la proximité de sources d'eaux de surface ou de gaz volcaniques acides et 8,5 suivant l'approche de la saturation de la Calcite : CaCO_3 , précipitation-dissolution de calcaires)
 - Atmosphère : **5,5** suivant l'équilibre avec la pression partielle de CO_2 moyenne et l'absence de pollution, (variations de 3,8 suivant acidification par les SO_x et les NO_x à 7,8 suivant la présence de poussières de carbonates CaCO_3 ou d'oxydes comme CaO , de la chaux)
 - Eaux des rivières : variable **entre 6,5 et 8,5** et en général polluées si les valeurs s'écartent de cette plage
 - Eaux de drainage minier acide : **2,5**

Des processus oxydo-réducteurs :

- *Le processus d'hydrolyse de l'eau :*
 - $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2.\text{H}_2 + \text{O}_2$
- *Un potentiel d'oxydation ou de réduction : E (V)*
 - Le potentiel d'oxydo-réduction E s'exprime en Volt pour chaque couple d'oxydo-réduction
- *Un indicateur utilisé : le pE*
 - $\text{pE} = E/0,057 = -\log[\text{e}^-]$
avec $[\text{e}^-]$ activité fictive en d'électrons
- *Neutralité pour $\text{pE} + \text{pH} = 14$, réducteur en dessous et oxydant au dessus d'une droite $E_N = 0,82 - 0,06 \text{ pH}$*
 - **Océans** : alcalin et oxydant en surface, alcalin et réducteur en profondeur
 - **Atmosphère** : acide et oxydant
 - **Eaux des rivières** : légèrement acides ou alcalines, et oxydantes
 - **Eaux des lacs et des sols** : acides ou alcalines, et oxydantes ou réductrices (en lien avec l'activité biologique)
 - **Eaux de drainage minier acide** : légèrement acides et très réductrices (dissolution de la pyrite ou sulfure de fer en sulfates ferreux), à très acides et légèrement oxydantes (précipitation d'hydroxydes ferriques et production d'acide sulfurique), suivant le temps de contact avec de l'air

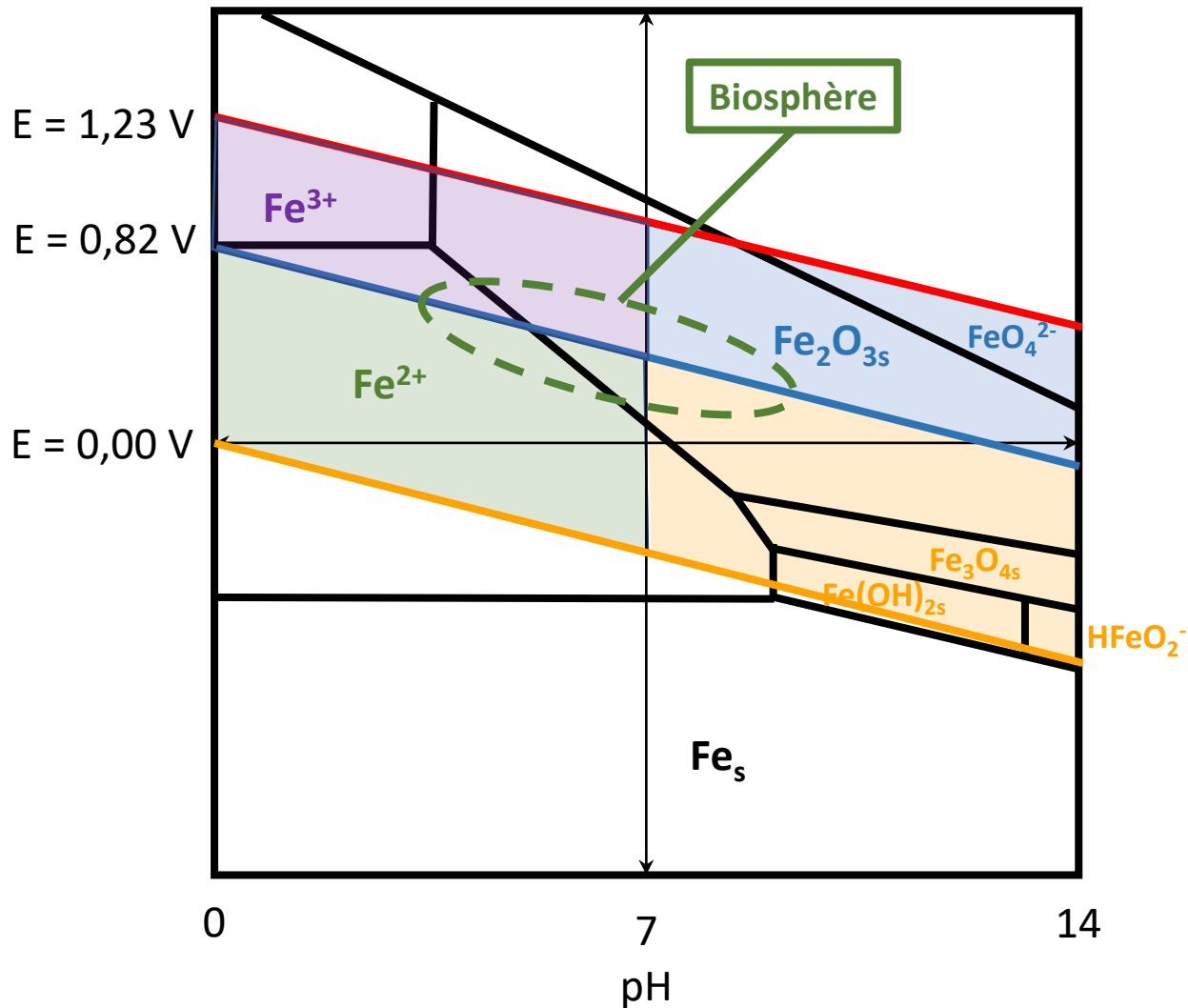
Diagramme E/pH de l'eau :



© Schéma personnel, Michel Jauzein

d'après <https://www.lachimie.fr/solutions/oxydoreduction/diagramme-potentiel-ph.php>

Le même diagramme pour le Fer :



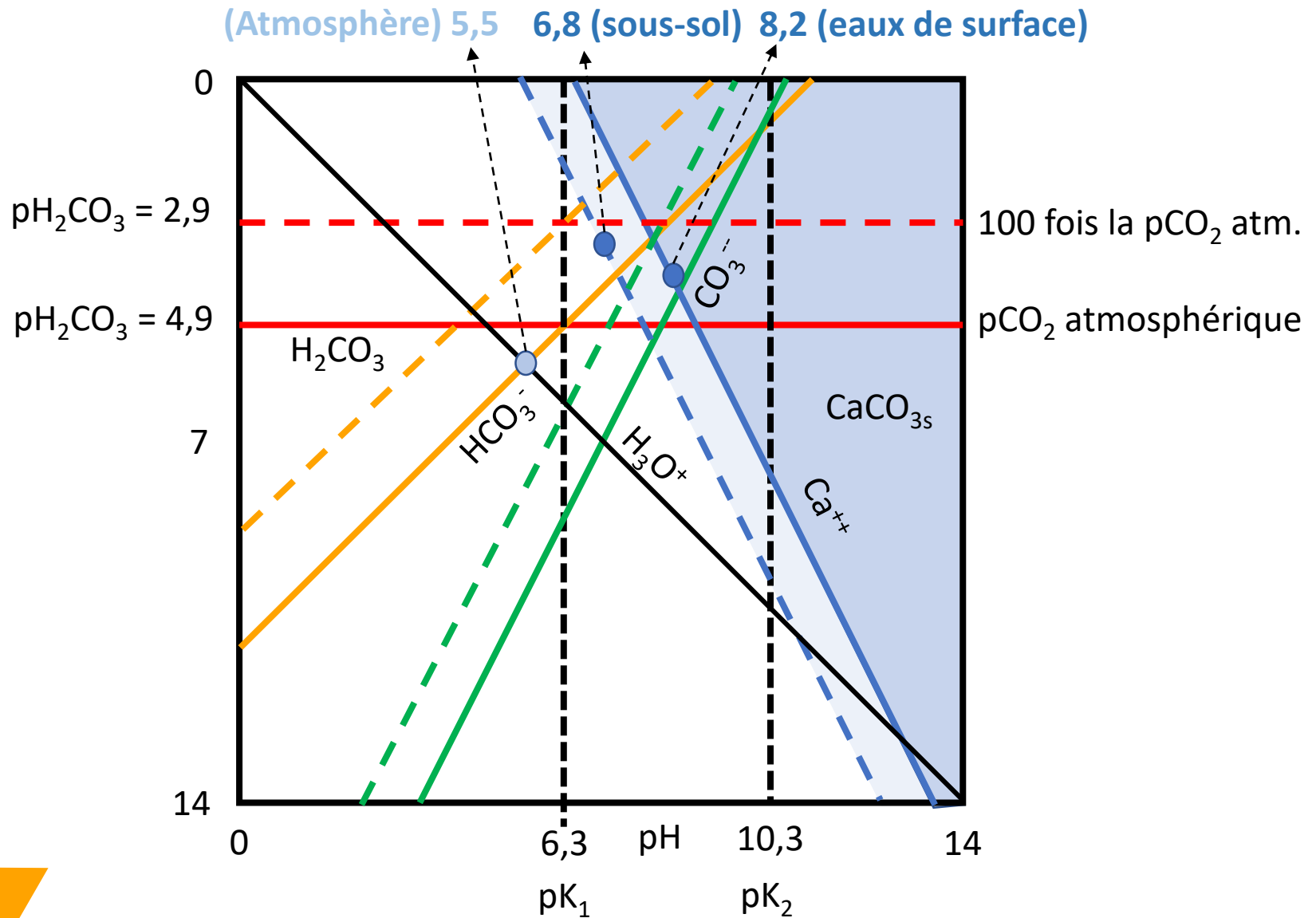
© Schéma personnel, Michel Jauzein

suit le diagramme de Pourbaix de Fe : https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_Pourbaix

Des processus calco-carboniques :

- **Le processus de dissociation de l'acide carbonique :**
 - $\text{CO}_{2g} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
 - $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$
 - $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{--}$
- **et de précipitation de la calcite : $\text{Ca}^{++} + \text{CO}_3^{--} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3s}$**
- **Des lois d'action de masse**
 - Qui relie la pression partielle de CO_2 , $[\text{Ca}^{++}]$ et le pH...
- **Les lois vers 20°C et 10⁵ Pa**
 - $\text{pCa} + \text{pCO}_3 = 8,4$ (pS)
 - $\text{pH}_2\text{CO}_3 = 4,9$ (pCO_2 atmosphérique)
 - $\text{pH} + \text{pHCO}_3 - \text{pH}_2\text{CO}_3 = 6,3$ (pK1)
 - $\text{pH} + \text{pCO}_3 - \text{pHCO}_3 = 10,3$ (pK2)
- **Des relations linéaires fonctions du pH :**
 - Eau bicarbonatée calcique : $[\text{HCO}_3^-] = 2 \cdot [\text{Ca}^{++}]$ (électroneutralité)
 - soit $\text{pHCO}_3 = \text{pCa} - 0,3$
 - pCO_2 atmosphérique $\Rightarrow \text{pH} = 8,2$ et $\text{pCa} = 3,3$
 - 100 fois la pCO_2 atm. $\Rightarrow \text{pH} = 6,8$ et $\text{pCa} = 2,6$ (facteur 5)

Les équilibres calco-carboniques :





4 – DES PROCESSUS BIOLOGIQUES



Un exemple habituel sous nos climats :

BRUNISOLS

Ensemble des SOLS PEU EVOLUÉS

■ ■ Représentent 19,4 % du territoire métropolitain ■ ■

Les brunisols sont des sols ayant des horizons relativement peu différenciés (textures et couleurs très proches), moyennement épais à épais (plus de 35 cm d'épaisseur). Ces sols sont caractérisés par un horizon intermédiaire dont la structure est nette (présence d'agrégats ou mottes), marquée par une forte porosité. Les brunisols sont des sols non calcaires. Ils sont issus de l'altération in situ du matériau parental pouvant être de nature très diverse.



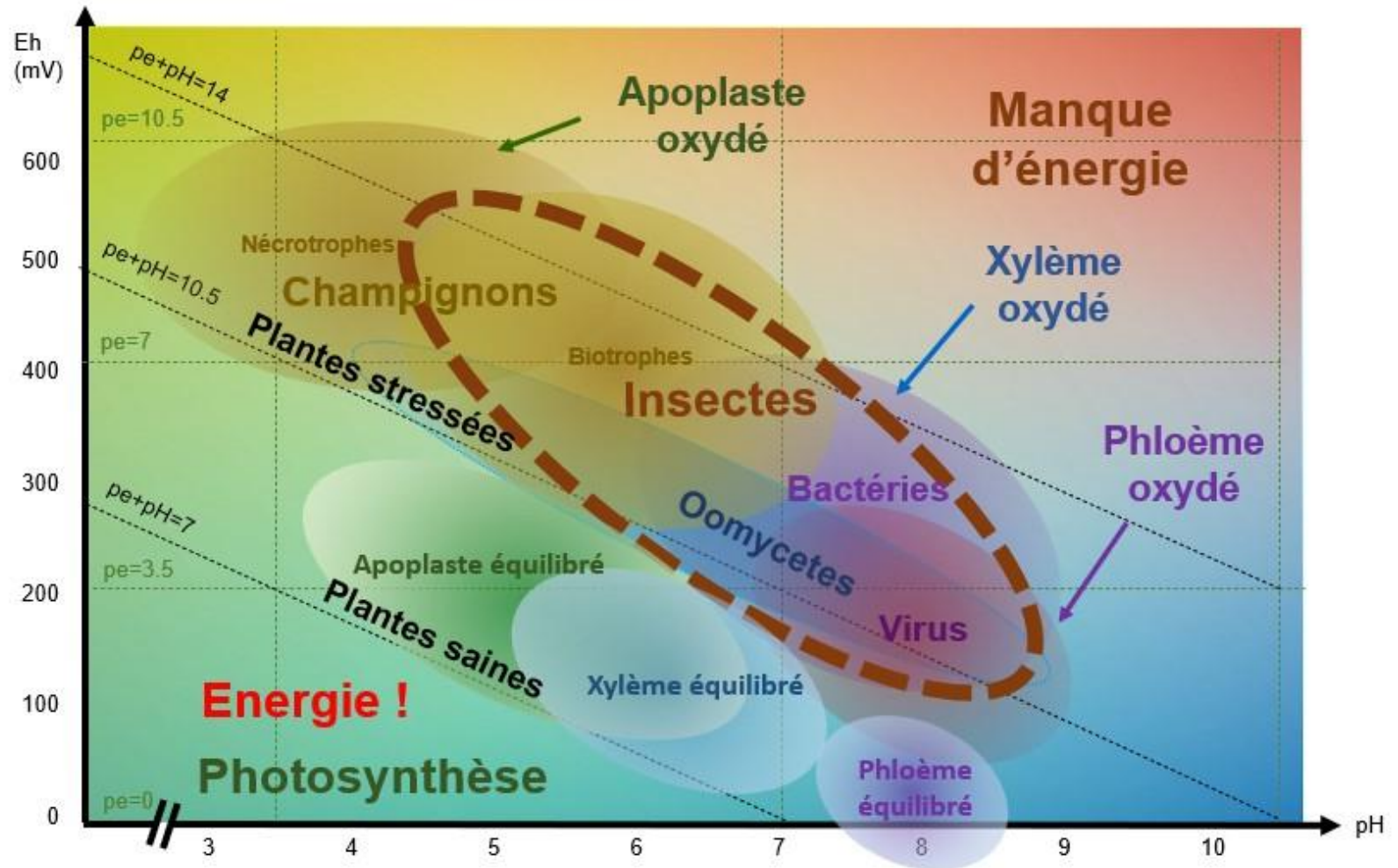
Exemple d'un brunisol sur loess observé à St-Just-Chaleyssin (Isère)

Des sols variés ayant un rôle central :

- ***Les sols sont des aiguilleurs de l'eau :***
 - **Leurs propriétés orientent les flux d'eau : réserve utile pour l'évapotranspiration, état de surface et de faible profondeur régulant le ruissellement et l'infiltration**
- ***L'activité biologique et la biodiversité des sols sont déterminantes pour les propriétés des sols vis-à-vis de l'eau :***
 - **Elles régulent l'évapotranspiration de H₂O et le stockage du CO₂ sous forme organique ou carbonatée dans les sols**
 - **Elles améliorent la structuration des sols : moins de macroporosité, plus de microporosité pour la réserve utile**
 - **Elles facilitent la stabilisation de la matière organique et développent le complexe argilo-humique et la bonne agrégation des matériaux des sols**
 - **Elles participent au développement des sols en profondeur par l'enracinement et l'activité biologique en profondeur, en déportant l'utilisation de O₂ et la production de CO₂ en profondeur**
 - **Elles accélèrent l'altération des roches du sous-sol et mobilisent la charge bicarbonatée calcique des eaux souterraines basiques ou neutres, voire la charge ferreuse et humique des eaux souterraines acides ou réductrices**

Des conditions physico-chimiques interactives avec l'activité biologique et la biodiversité

© Olivier Husson, CIRAD, 2022, « Potentiel Redox », https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Potentiel_Redox



Apoplaste : matériau extracellulaire des végétaux constitué des parois celluloseuses des cellules végétales, les espaces intercellulaires et les cellules mortes des végétaux ou du bois

Xylème : tissu conducteur de la sève brute, formé de fibres ligneuses et de vaisseaux constituant le bois

Phloème : tissu conducteur de sève élaborée chez les végétaux vasculaires

« We are at a turning point in our relationship with the living world under our feet. »



Vidéo : <https://youtu.be/Vf9r-JUkxrc>

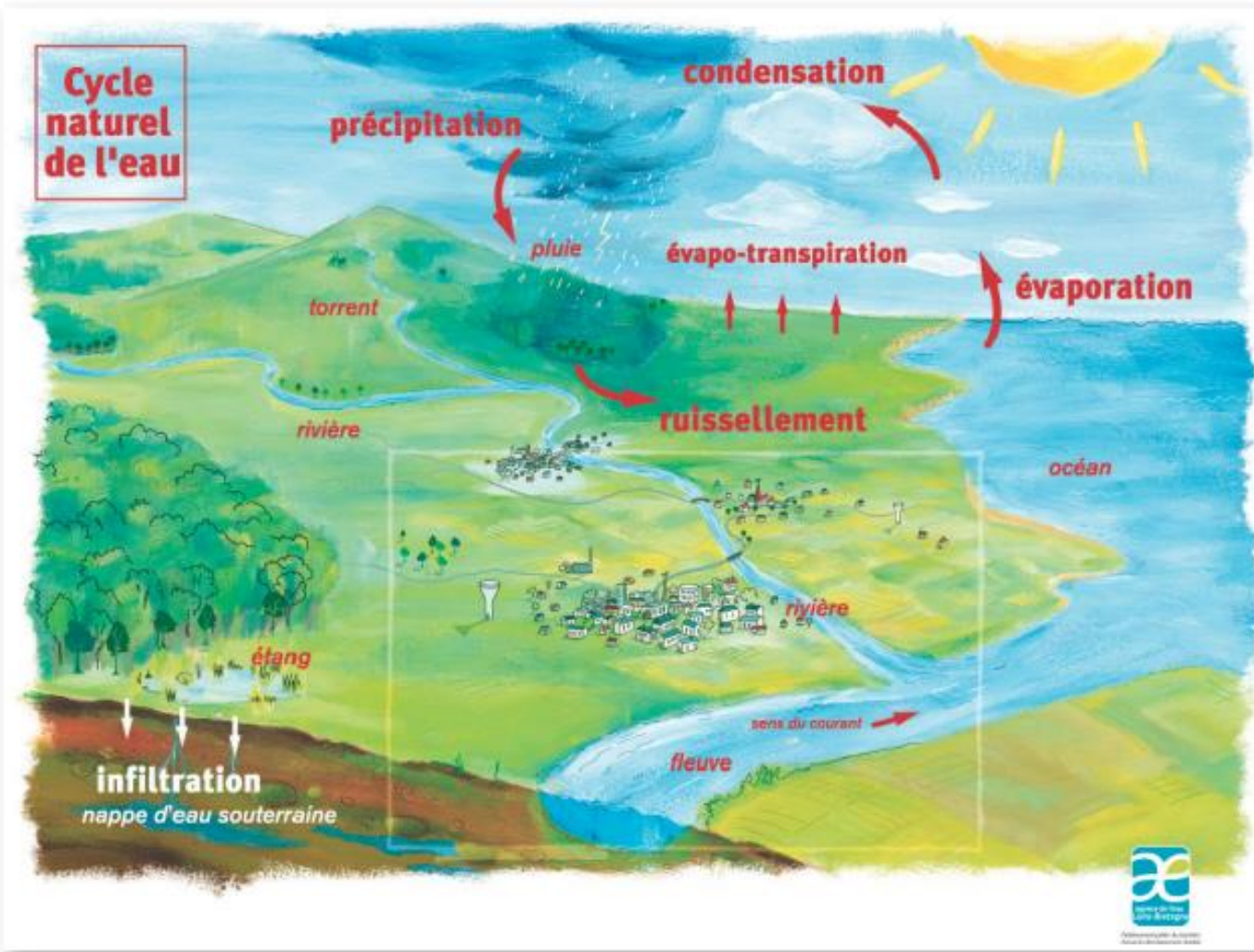


5 – LE CYCLE ANTHROPIQUE DE L'EAU

—

Le cycle naturel de l'eau en France

Chiffres issus de <https://www.eaufrance.fr/>

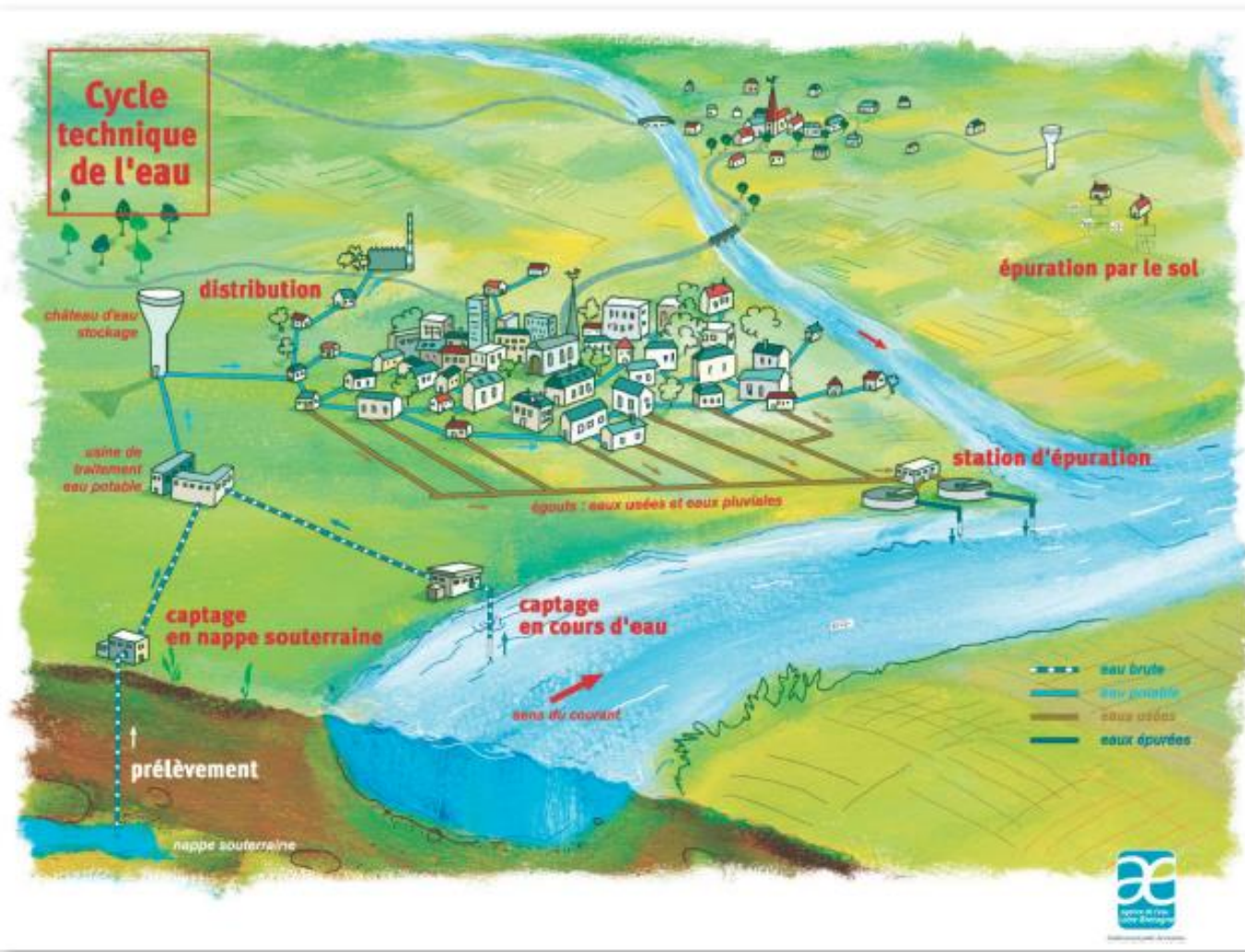


En France métropolitaine, le volume moyen annuel des précipitations est évalué à **P = 500 milliards de m³**
62 % de ce volume d'eau rejoint l'atmosphère par évapotranspiration : **ETR = 310 milliards de m³**
À ces flux, s'ajoutent des écoulements internationaux : **Q⁺ = 10 milliards de m³** qui entrent sur le territoire
Ces flux représentent un volume moyen d'eaux renouvelables de : **P_e = 200 milliards de m³**
Dont ruissellement : **R = 80 milliards de m³**
Dont infiltration : **I = 120 milliards de m³**
Les valeurs annuelles sont très variables d'une année sur l'autre.

© Illustrations issues d'un document réalisé par le Département de Saône-et-Loire, avec l'aide des agences de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et Loire-Bretagne, Conception et impression : services des éditions départementales - 09/2018

Le cycle anthropique de l'eau en France :

Chiffres issus de <https://www.eaufrance.fr/>



En France métropolitaine,
Les volumes prélevés dans le milieu naturel sont de :

C = 33,3 milliards de m³

Dont

C_{ce} = 27,7 milliards de m³

Dans les cours d'eau et

C_{ns} = 5,6 milliards de m³

Dans les eaux souterraines

Eau potable :

5,3 = 1,7 + 3,6 milliards de m³

Agriculture (irrigation) :

2,7 = 1,7 + 1,0 milliards de m³

Autres (dont 80% industriel) :

2,7 = 1,7 + 1,0 milliards de m³

Refroidissement :

17 = 17,0 + 0 milliards de m³

Canaux :

5,6 = 5,6 + 0 milliards de m³

Hors Refroidissement et

Canaux

10,7 milliards de m³

Soit : **170 m³/habitant/an**

© Illustrations issues d'un document réalisé par le Département de Saône-et-Loire, avec l'aide des agences de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et Loire-Bretagne, Conception et impression : services des éditions départementales - 09/2018

Le captage et la distribution d'eau



Puits de captage en nappe alluviale

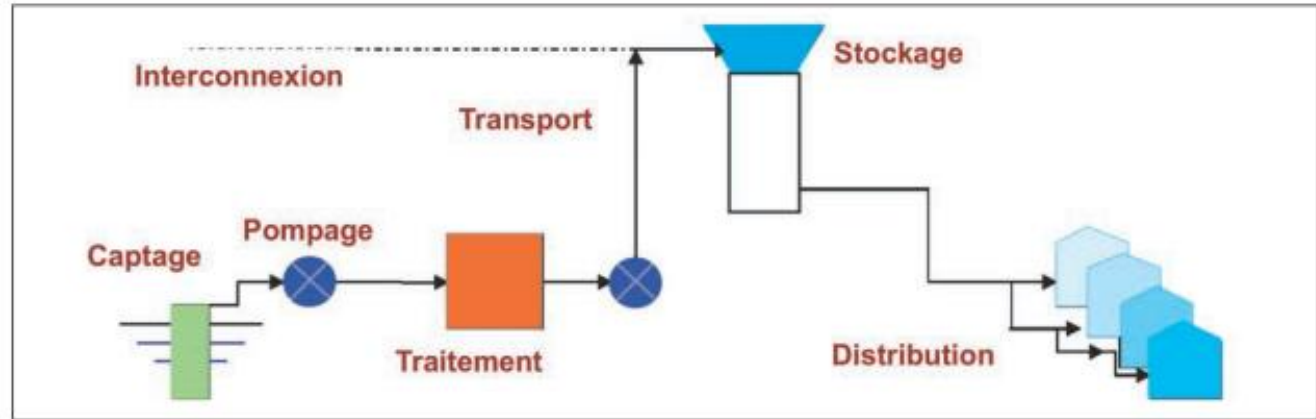


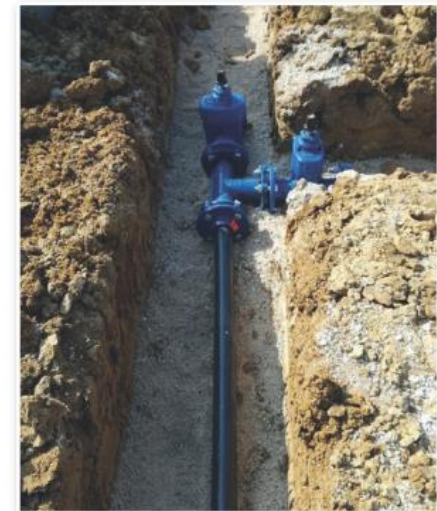
Schéma de principe des installations nécessaires pour l'alimentation en eau potable



Prise d'eau dans une retenue superficielle



Entrée d'un réservoir semi-enterré



Pose de réseau neuf

© Illustrations issues d'un document réalisé par le Département de Saône-et-Loire, avec l'aide des agences de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et Loire-Bretagne, 2018

L'assainissement et le rejet en milieu naturel



Étages de filtres plantés de roseaux



Lagunages naturels

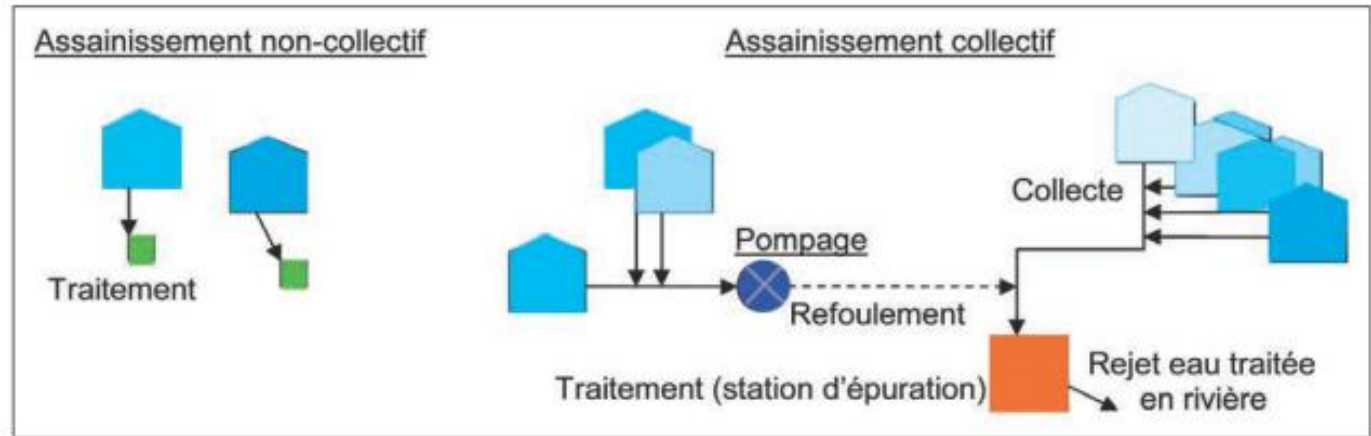


Schéma de principe d'un système d'assainissement collectif et non collectif



Stations d'épuration de type boues activées

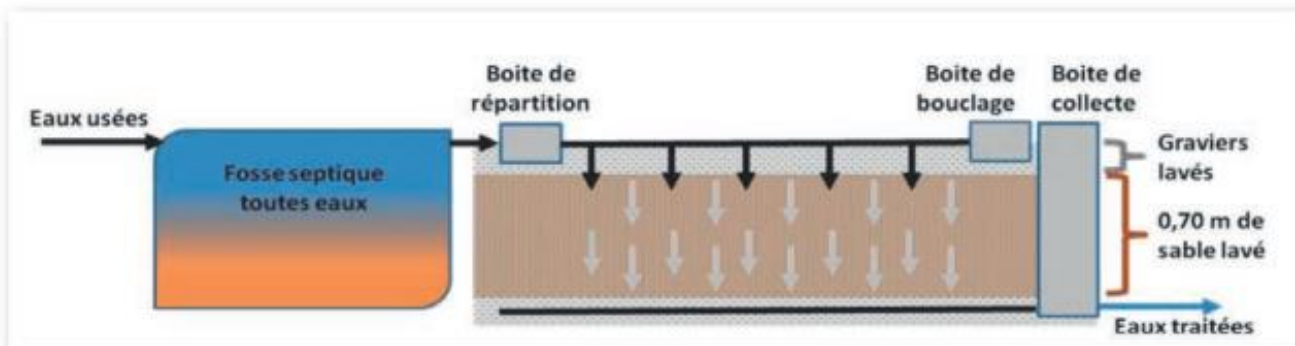
L'assainissement et le rejet en milieu naturel



— Filtre à sable vertical drainé avant remblaiement —



— Micro-station en fonctionnement —



— Schéma de fonctionnement d'un filtre à sable vertical drainé —
Guide des usagers - Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie 2012



— Contrôle d'une installation neuve par un technicien SPANC —



— Vidange d'une fosse toutes eaux —



6 – UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE DE L'EAU ?

—

Historiquement : économie linéaire de l'eau

MODÈLE DU « TOUT JETABLE »



Coûts non pris en compte
sans doute très élevés !

€ ? (disponibilité de La ressource)
DÉGRADATION QUANTITATIVE
DES RESSOURCES



CAPTAGE SOURCE POTABLE



DISTRIBUTION GRAVITAIRE
DE PROXIMITÉ
SANS TRAITEMENT

€ ? (santé environnement)
DÉGRADATION QUALITATIVE
DE LA RESSOURCE

REJET OU UTILISATION AGRICOLE
SANS TRAITEMENT



Coûts pris en compte faibles !

USAGE DOMESTIQUE
OU INDUSTRIEL



© Ministère de la Transition Ecologique,
20080/DICOM-DGPR_Juillet 2020

Actuellement : économie contrainte de l'eau

DÉGRADATION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE
DES RESSOURCES

Coûts sanitaires et environnementaux
progressivement pris en compte
à l'exutoire

Coûts du cycle
en forte augmentation :
Mauvaise disponibilité, traitements
des eaux potables et des eaux usées

PROTECTION QUANTITATIVE
ET QUALITATIVE
DES RESSOURCES ^€

CAPTAGE OU POMPAGE
D'UNE RESSOURCE DISPONIBLE
^€

TRAITEMENT DE POTABILISATION
NÉCESSAIRE ^€

IDÉES DE RECYCLAGE €?

TRAITEMENT DES EAUX USÉES
IMPOSÉ ^€

DISTRIBUTION PLUS COMPLEXE
^€

USAGE DOMESTIQUE OU INDUSTRIEL

IDÉES DE RECYCLAGE €?

Idéalement : économie circulaire de l'eau

MODÈLE DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Gestion durable des ressources
(extraction, exploitation raisonnée)



ECO-CONCEPTION

Mieux concevoir les produits pour les rendre plus durables, incorporer des matières recyclées...



CONSOMMATION RESPONSABLE

Acheter des produits plus durables grâce à une meilleure information



ALLONGEMENT DE LA DURÉE DE VIE DU PRODUIT

Réparer, réutiliser, réemployer



TRI, RECYCLAGE

Mieux trier nos déchets pour mieux les recycler afin de créer de nouvelles ressources



© Ministère de la Transition Ecologique, 20080/DICOM-DGPR_Juillet 2020

PRÉSERVATION QUALITATIVE DE LA RESSOURCE

Coûts pris en compte dans l'optimisation du cycle

Peu de coûts sanitaires ou environnementaux non pris en compte

PRÉSERVATION QUANTITATIVE DE LA RESSOURCE



POMPAGE OU CAPTAGE / STOCKAGE



RECYCLAGE DES EAUX USEES TRAITÉES

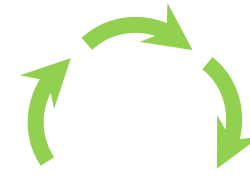


TRAITEMENT OPTIMISÉ DES EAUX USÉES

DISTRIBUTION OPTIMISÉE AVEC TRAITEMENT



USAGE DOMESTIQUE OU INDUSTRIEL

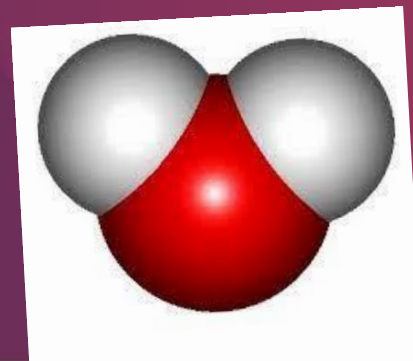


CONSOMMATION RESPONSABLE ET RÉUTILISATION





?



 Arts Sciences et Technologies
et Métiers



ARTSETMETIERS.FR