



**Mardi 30 novembre
dès 16h
A Saint-Pierre-des-Corps**

**L'EAU,
UN BIEN COMMUN À PARTAGER**

RENSEIGNEMENTS :
Confédération paysanne de Touraine
www.indre-et-loire.confederationpaysanne.fr
02 47 28 52 16
contact@confederationpaysanne37.org

 Centre-Val de Loire
www.regioncentre-valde Loire.fr

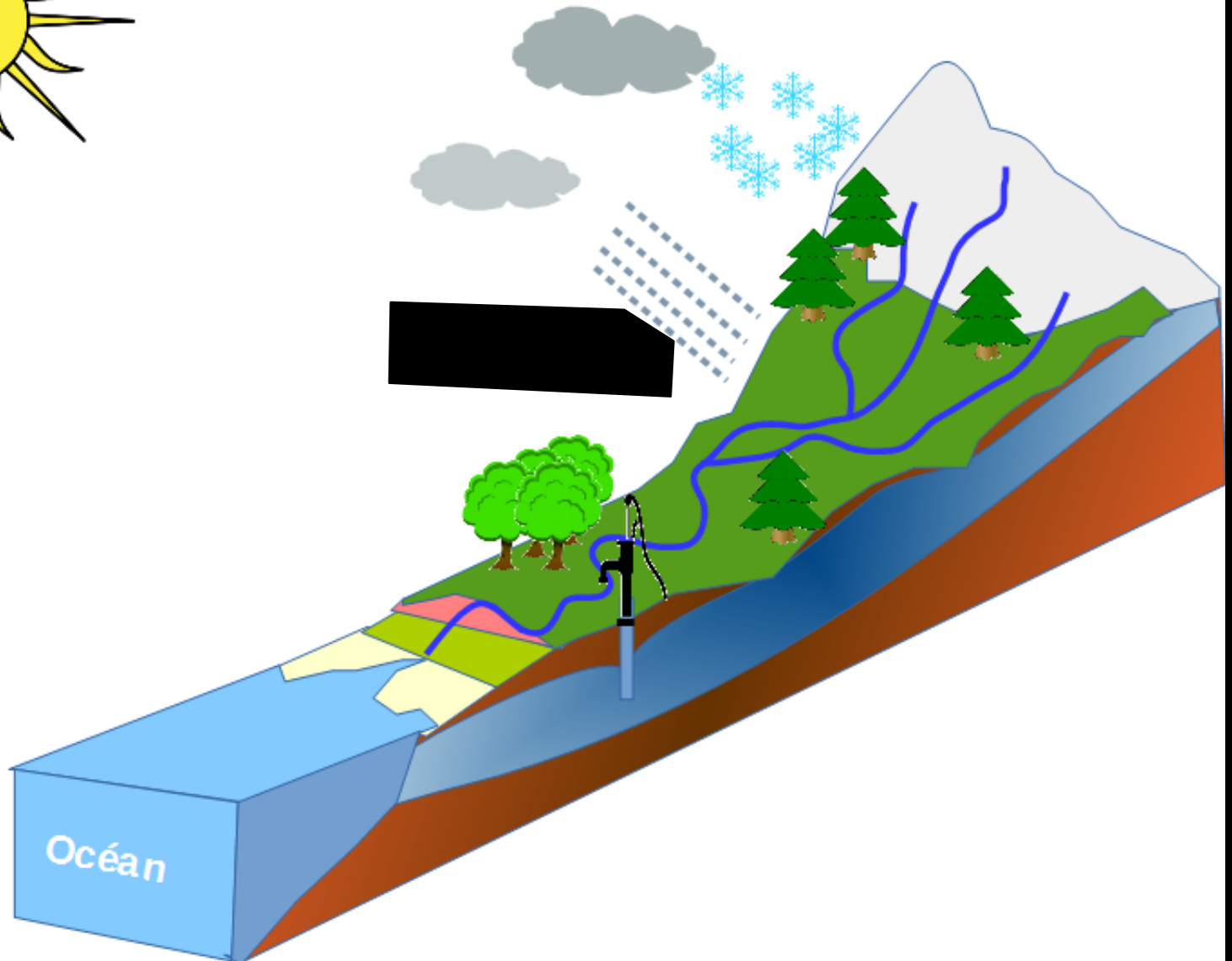
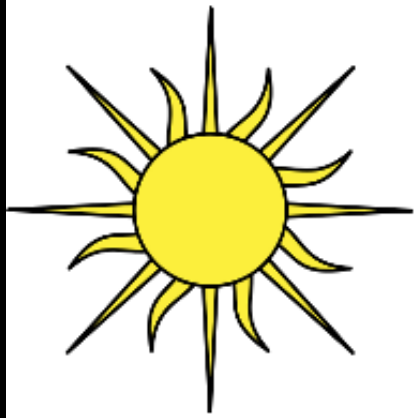
 Confédération paysanne
Centre-Val de Loire



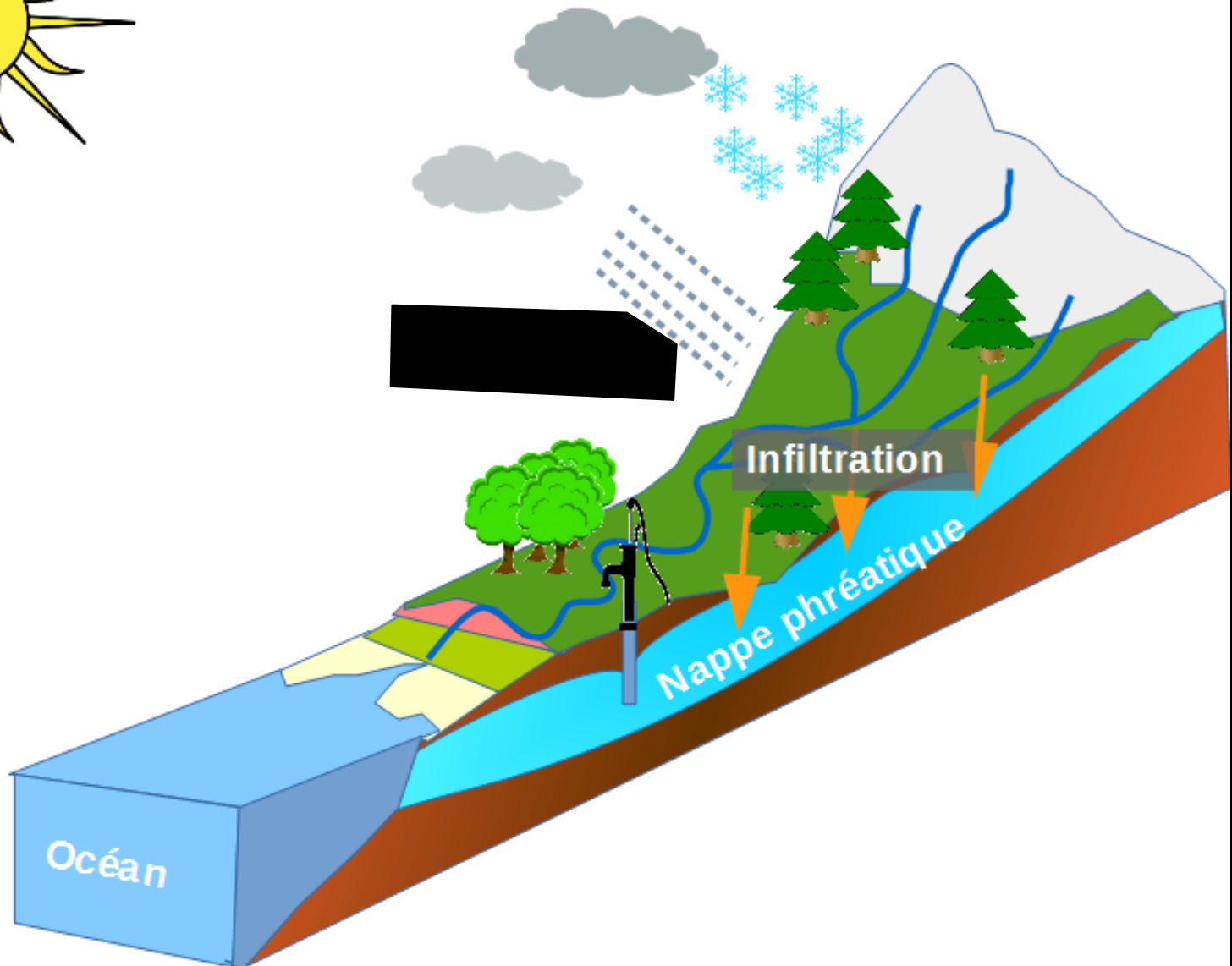
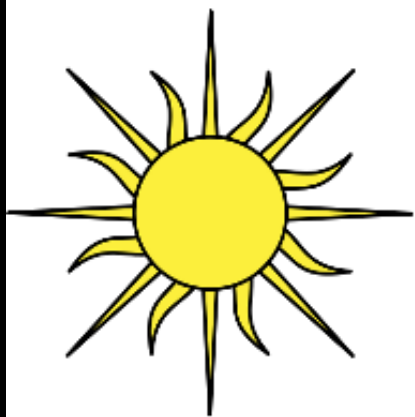
florence.habets@ens.fr



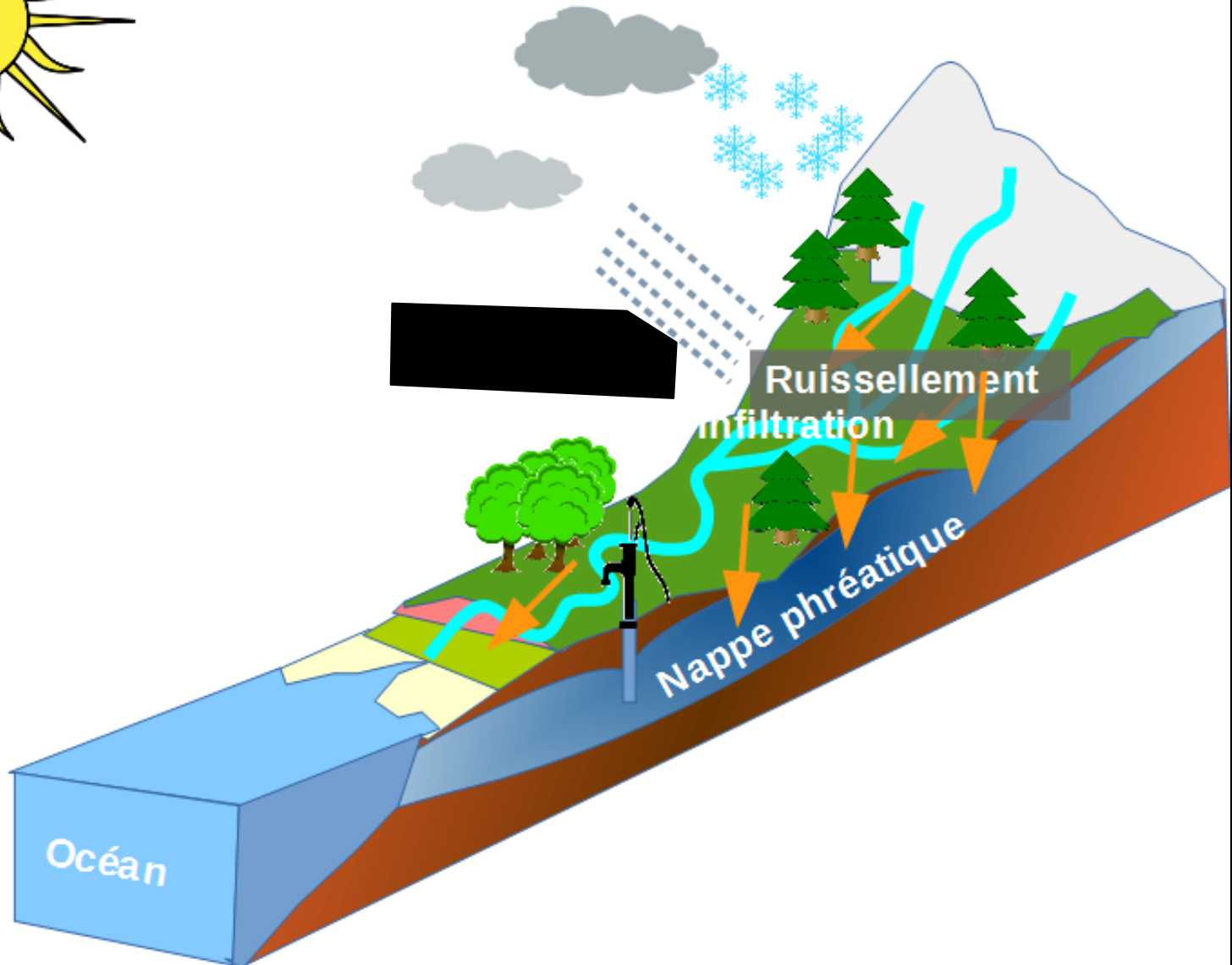
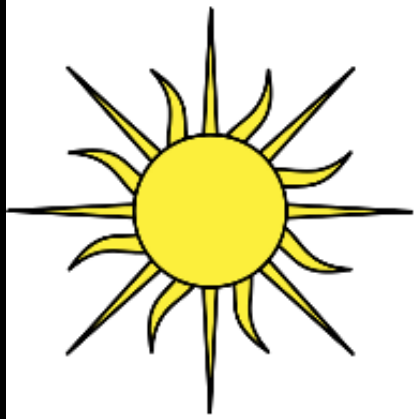
Le cycle de l'eau



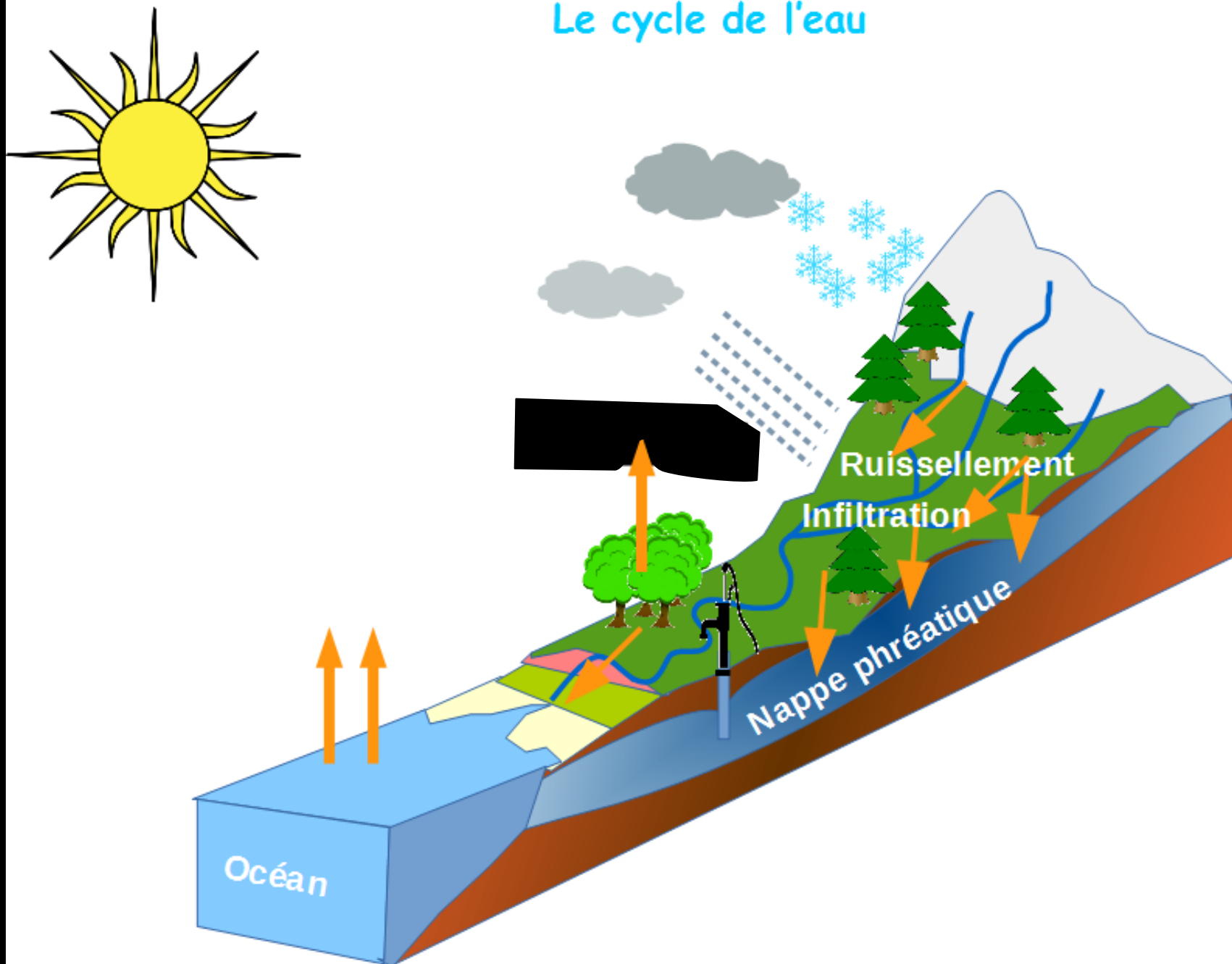
Le cycle de l'eau



Le cycle de l'eau



Le cycle de l'eau



Le cycle de l'eau

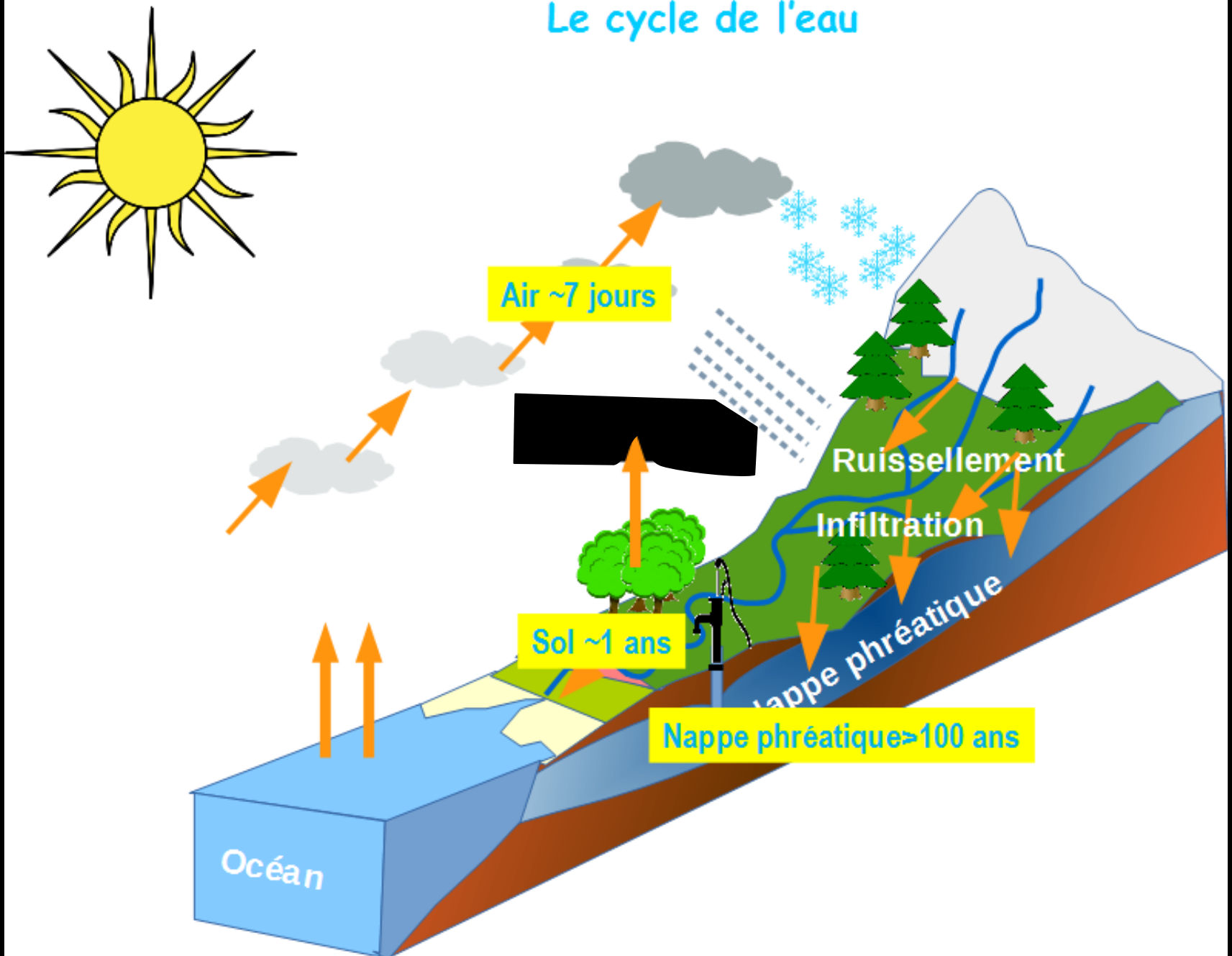


Sur les bassins versants, le cumul de précipitation est égal à la somme

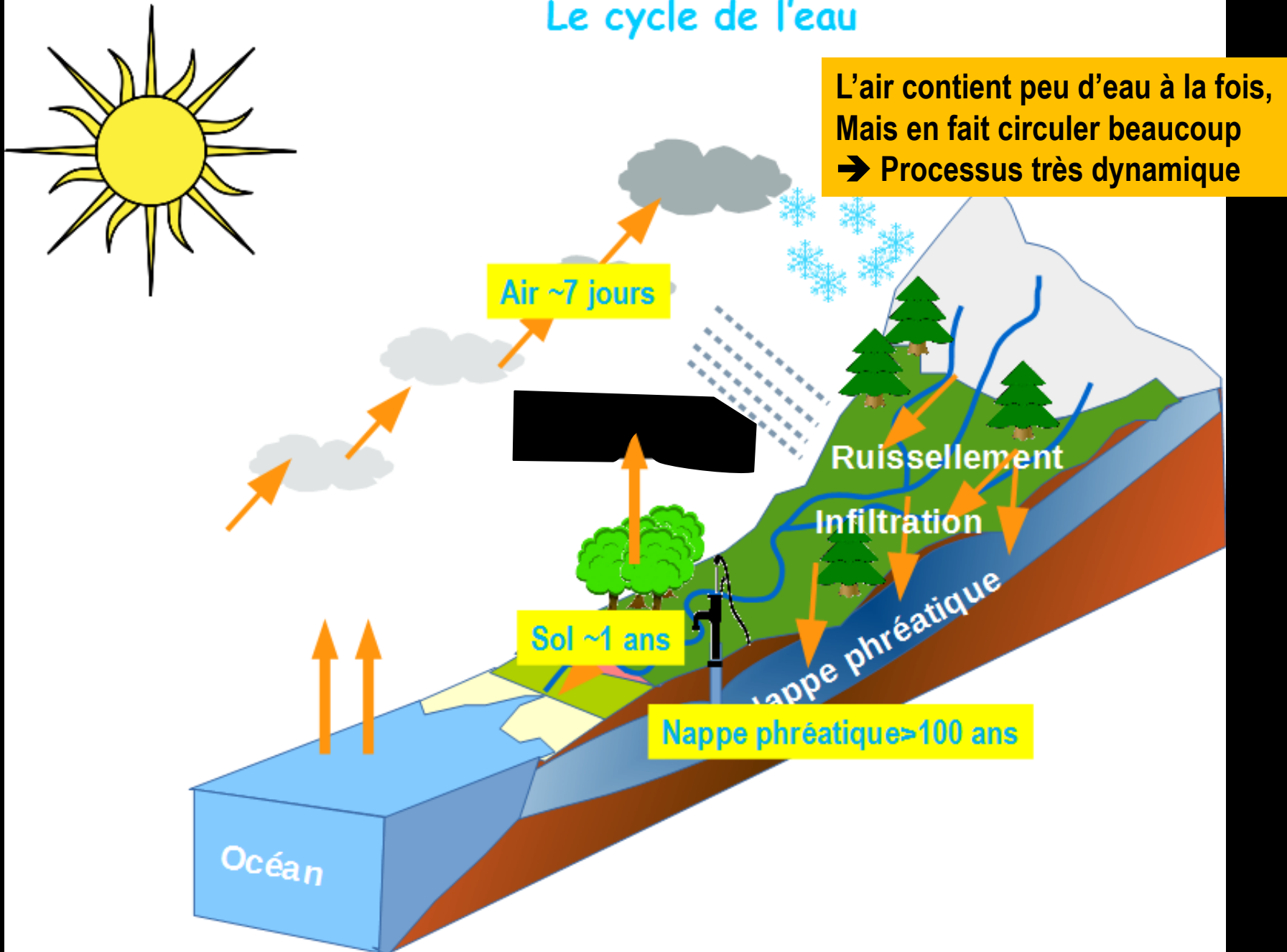
Débits +
recharge de
la nappe

- Du ruissellement
- De l'infiltration
- De l'évapotranspiration
- Des variations des stocks d'eau dans les sols , lacs et nappes

Le cycle de l'eau

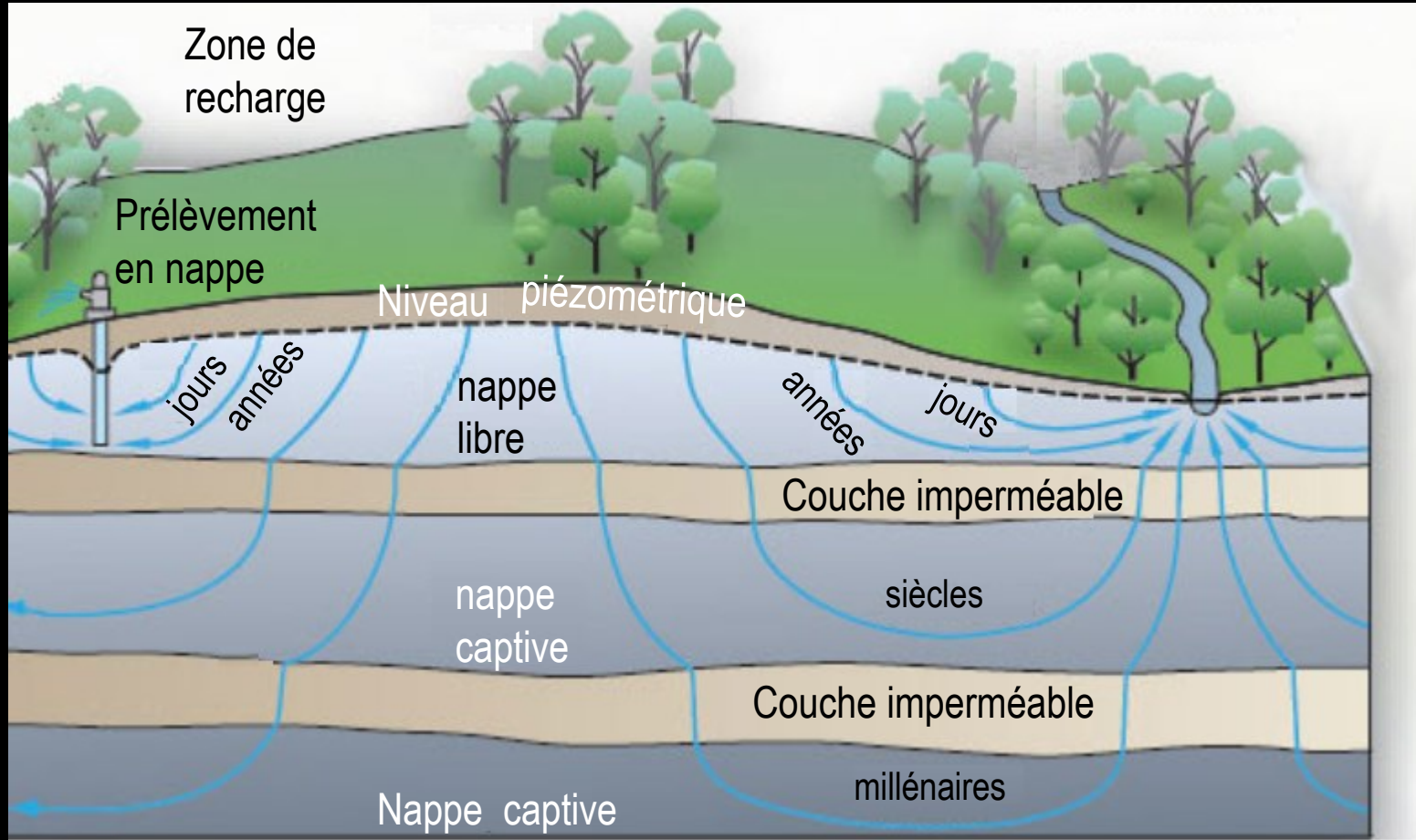


Le cycle de l'eau



Le cycle de l'eau

Zoom sur l'eau souterraine: circulation et temps de transfert

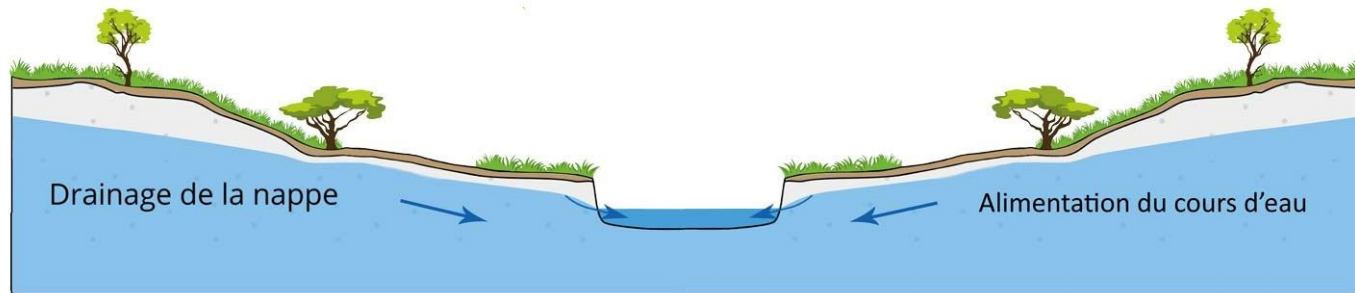


Le temps de transfert des polluants est encore plus long

Le cycle de l'eau

Echanges entre nappe et rivières:

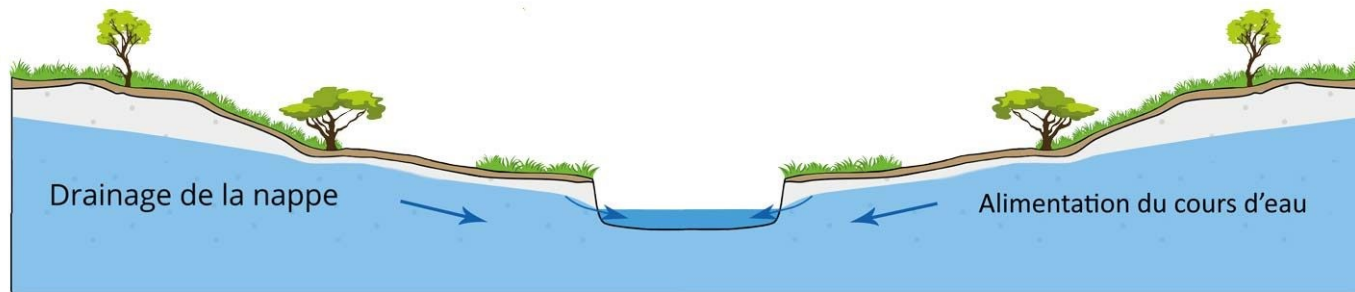
En général, les nappes alimentent les rivières, été comme hiver



Le cycle de l'eau

Echanges entre nappe et rivières:

En général, les nappes alimentent les rivières, été comme hiver



Lorsque la nappe baisse de trop, ou quand le niveau des rivières montent vite, les rivières peuvent alimenter les nappes

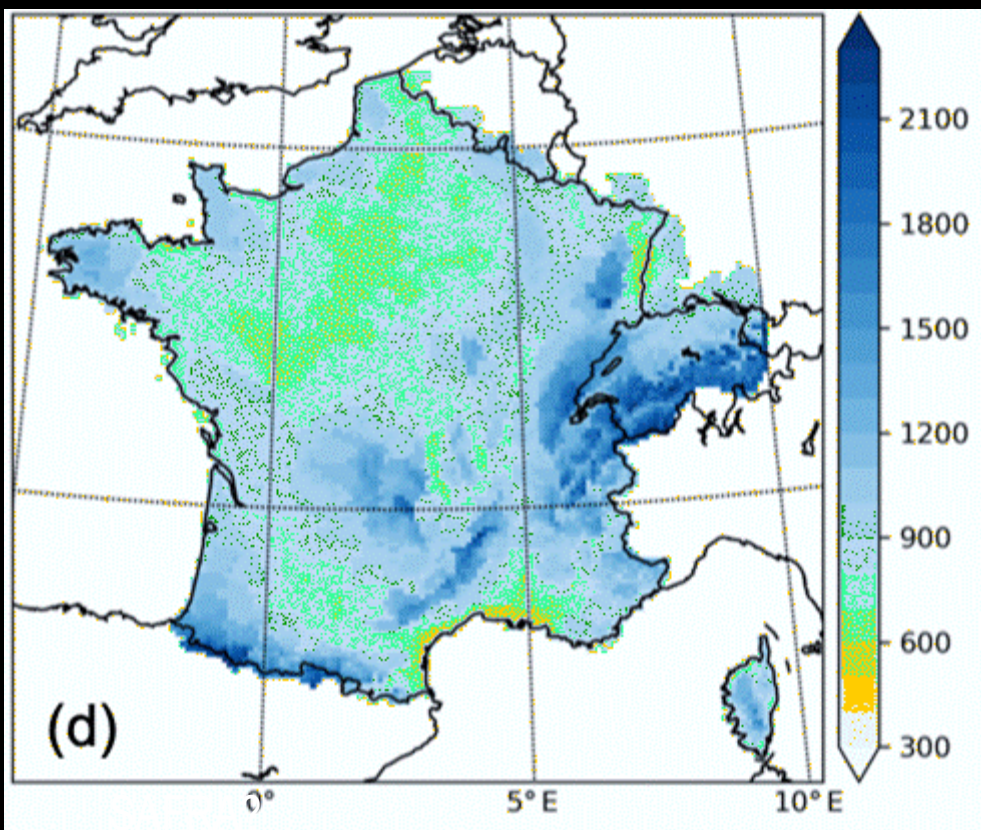


La ressource en eau actuellement en France

Répartition spatiale des précipitations et du ration Evap/Précip en France (1958-2018)

Moyenne des précipitations
en France $\sim$ 950 mm/an

Précipitations en mm/an



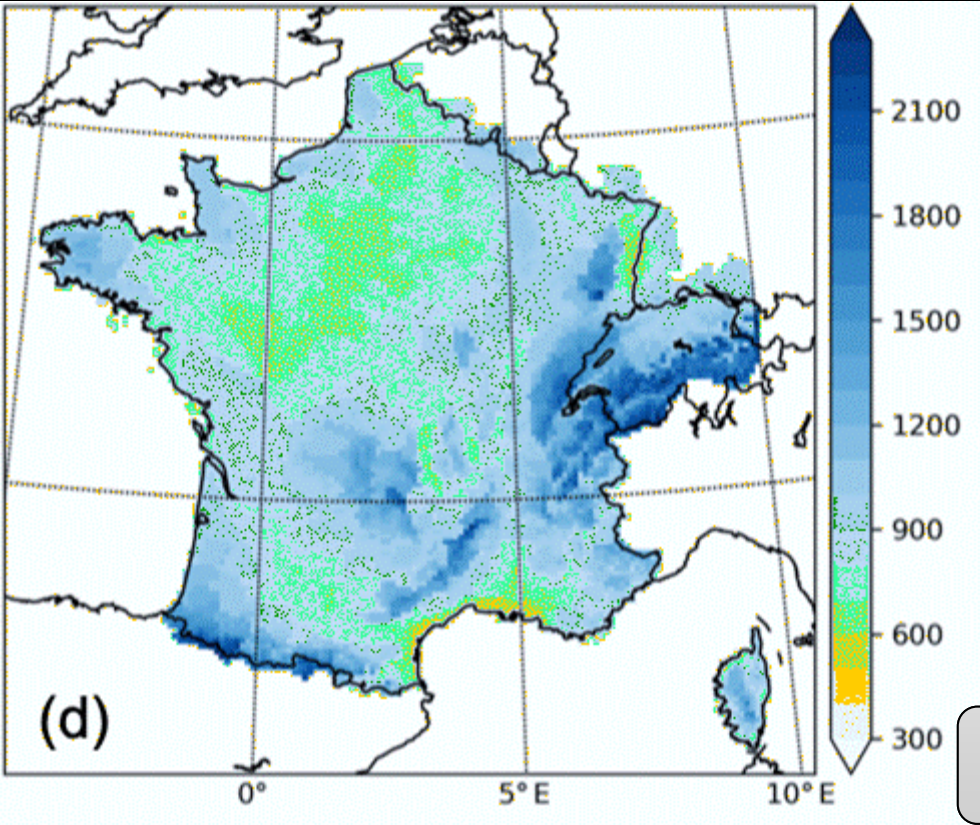
METEO FRANCE

La ressource en eau actuellement en France

Répartition spatiale des précipitations et du ration Evap/Précip en France (1958-2018)

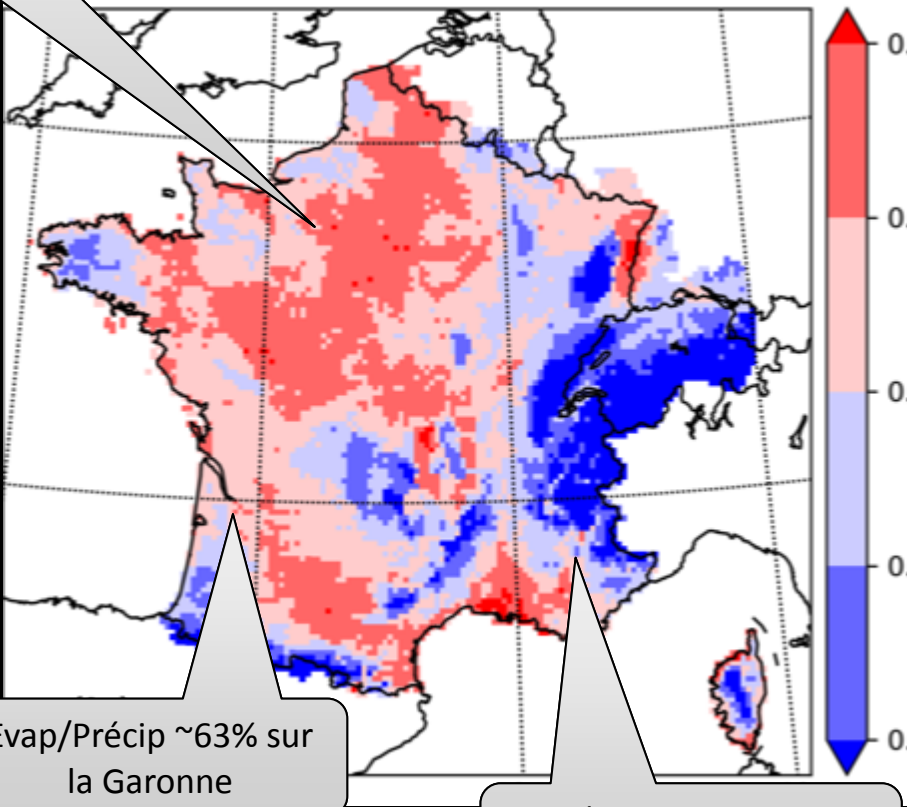
Moyenne des précipitations
en France $\sim$ 950 mm/an

Précipitations mm/an



Evap/Précip $\sim$ 70% sur
la Seine et la Loire

Ratio Evap/précipitation obtenu par SIM2



Evap/Précip $\sim$ 63% sur
la Garonne

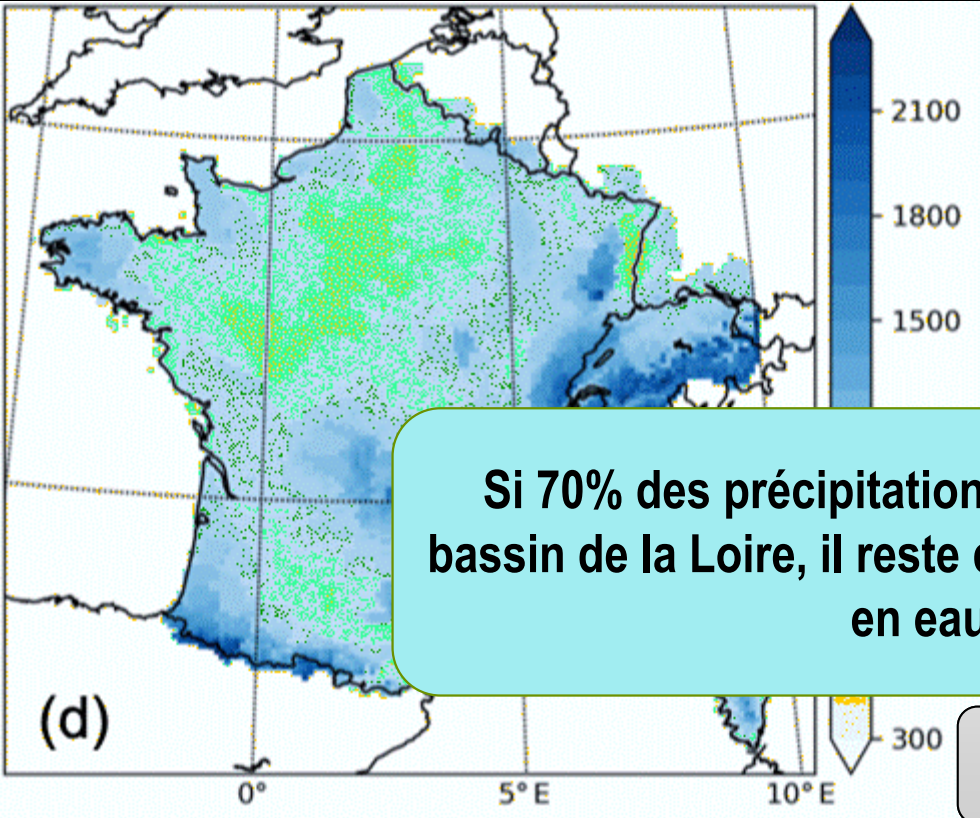
Evap/Précip $\sim$ 57 % sur le
Rhône

La ressource en eau actuellement en France

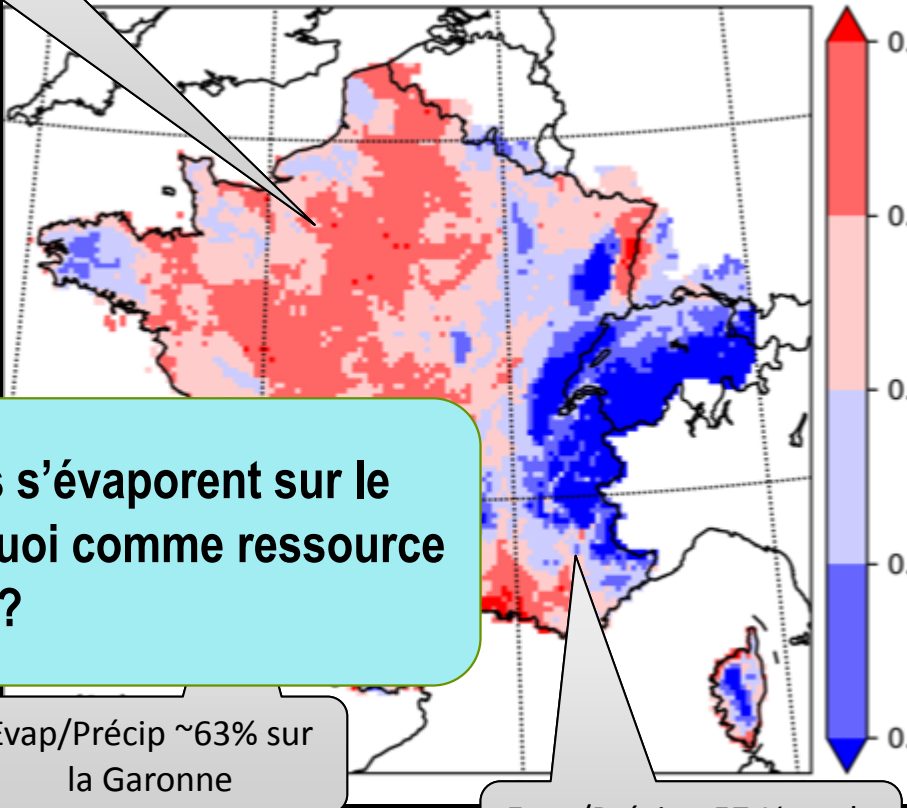
Répartition spatiale des précipitations et du ration Evap/Précip en France (1958-2018)

Moyenne des précipitations en France $\sim$ 950 mm/an

Précipitations mm/an



Ratio Evap/précipitation obtenu par SIM2



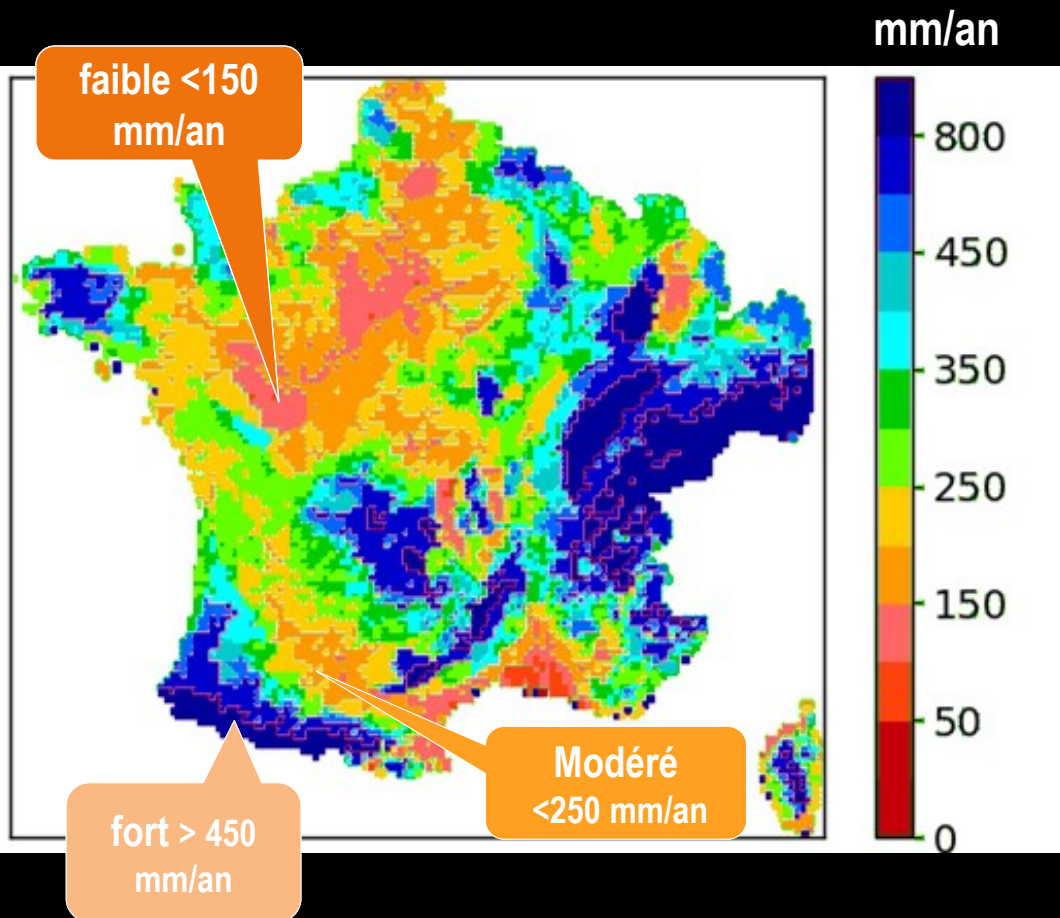
Evap/Précip $\sim$ 70% sur la Seine et la Loire

Si 70% des précipitations s'évaporent sur le bassin de la Loire, il reste quoi comme ressource en eau ?

Evap/Précip $\sim$ 63% sur la Garonne

Evap/Précip $\sim$ 57 % sur le Rhône

La ressource en eau actuellement en France



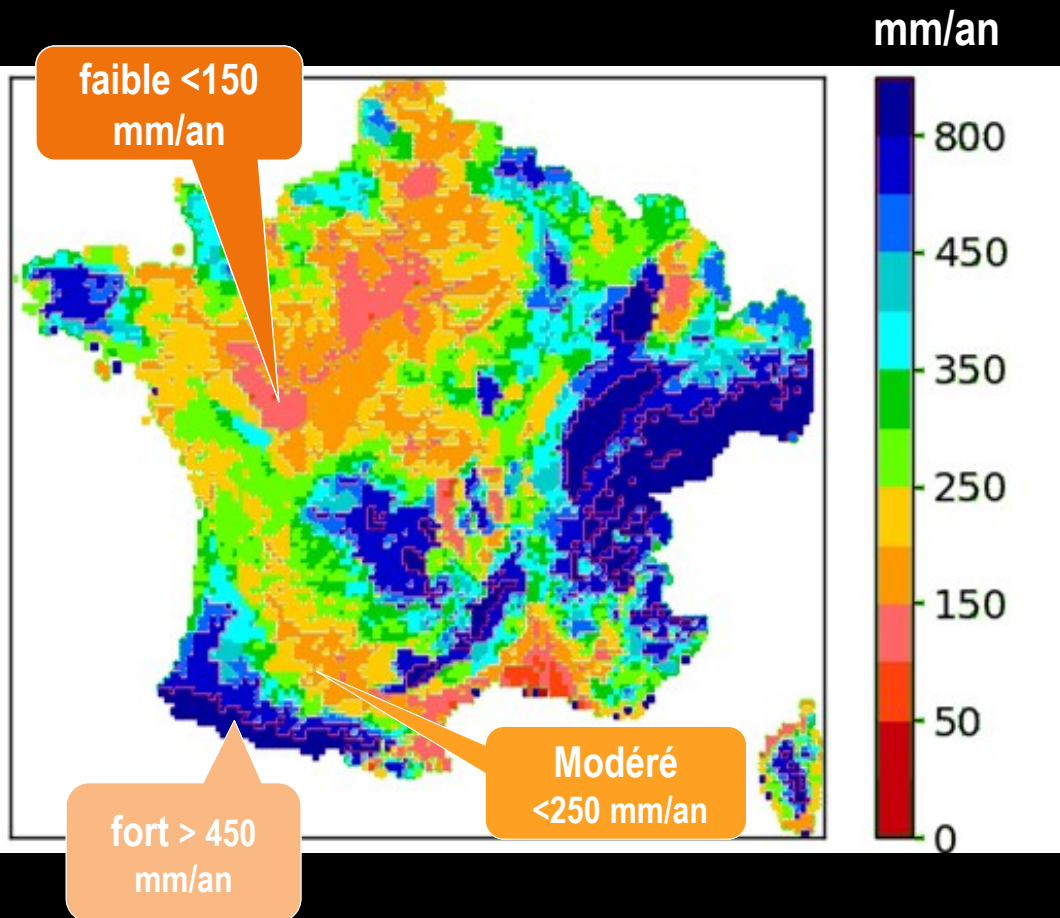
Moyenne des écoulements en France

de 1958 à 2018 ~ 390mm/m²/an
(LeMoigne et al., GMD, 2020)

A comparer avec les doses d'irrigation moyenne annuelle:

- En Pays de la Loire : 144 mm/an
- En Nouvelle Aquitaine: 176 mm/an
- En Occitanie: 246 mm/an

La ressource en eau actuellement en France



Moyenne des écoulements en France

de 1958 à 2018 ~ 390mm/m²/an
(LeMoigne et al., GMD, 2020)

Aujourd'hui, en moyenne, on peut considérer que sur les zones irriguées, 100% de la ressource en eau (contribuant aux débits et aux nappes) sont utilisées pour l'usage irrigation

→ Les autres usages (milieu aquatique, eau potable, énergie...) dépendent alors forcément d'une solidarité amont/aval

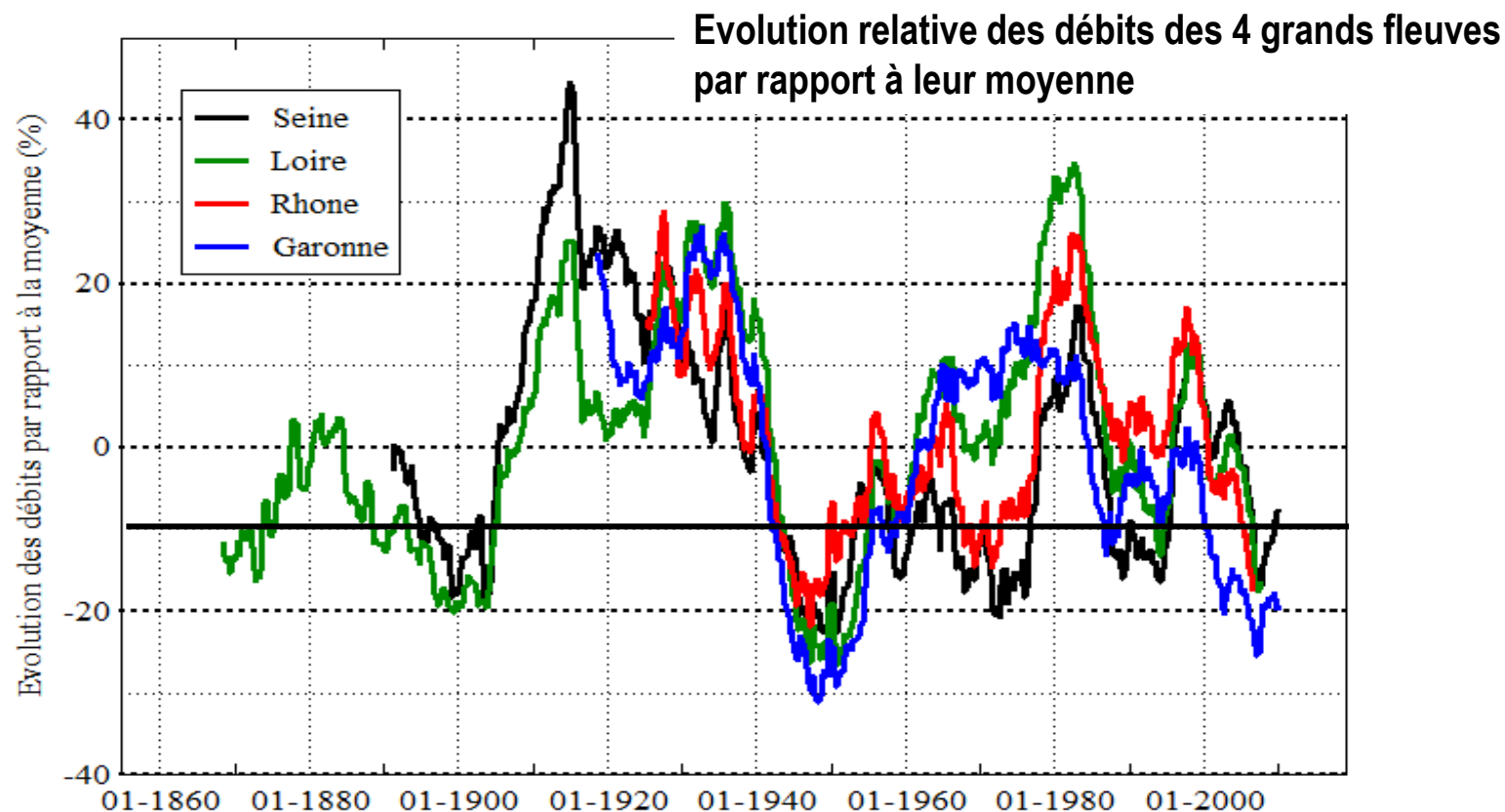
A comparer avec les doses d'irrigation moyenne annuelle:

- En Pays de la Loire : 144 mm/an
- En Nouvelle Aquitaine: 176 mm/an
- En Occitanie: 246 mm/an

La ressource en eau actuellement en France

Quelle évolution de la ressource en eau dans le passé?

Evolution observée des débits depuis ~1900

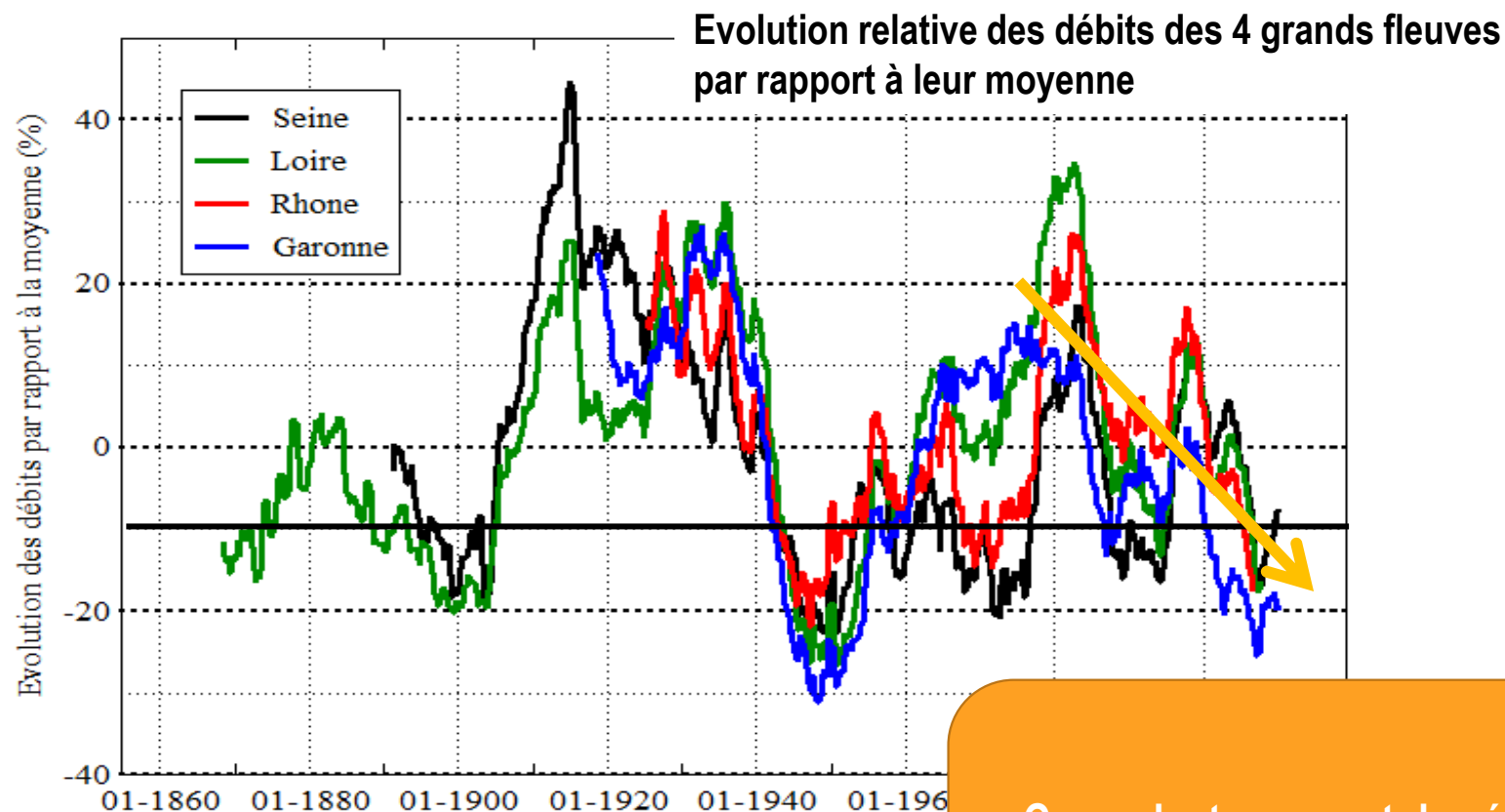


Cette variabilité est liée à des variations de température de l'océan Atlantique (AMO) conduisant à des modifications des trajectoires des fronts pluvieux

La ressource en eau actuellement en France

Quelle évolution de la ressource en eau dans le passé?

Evolution observée des débits depuis ~1900



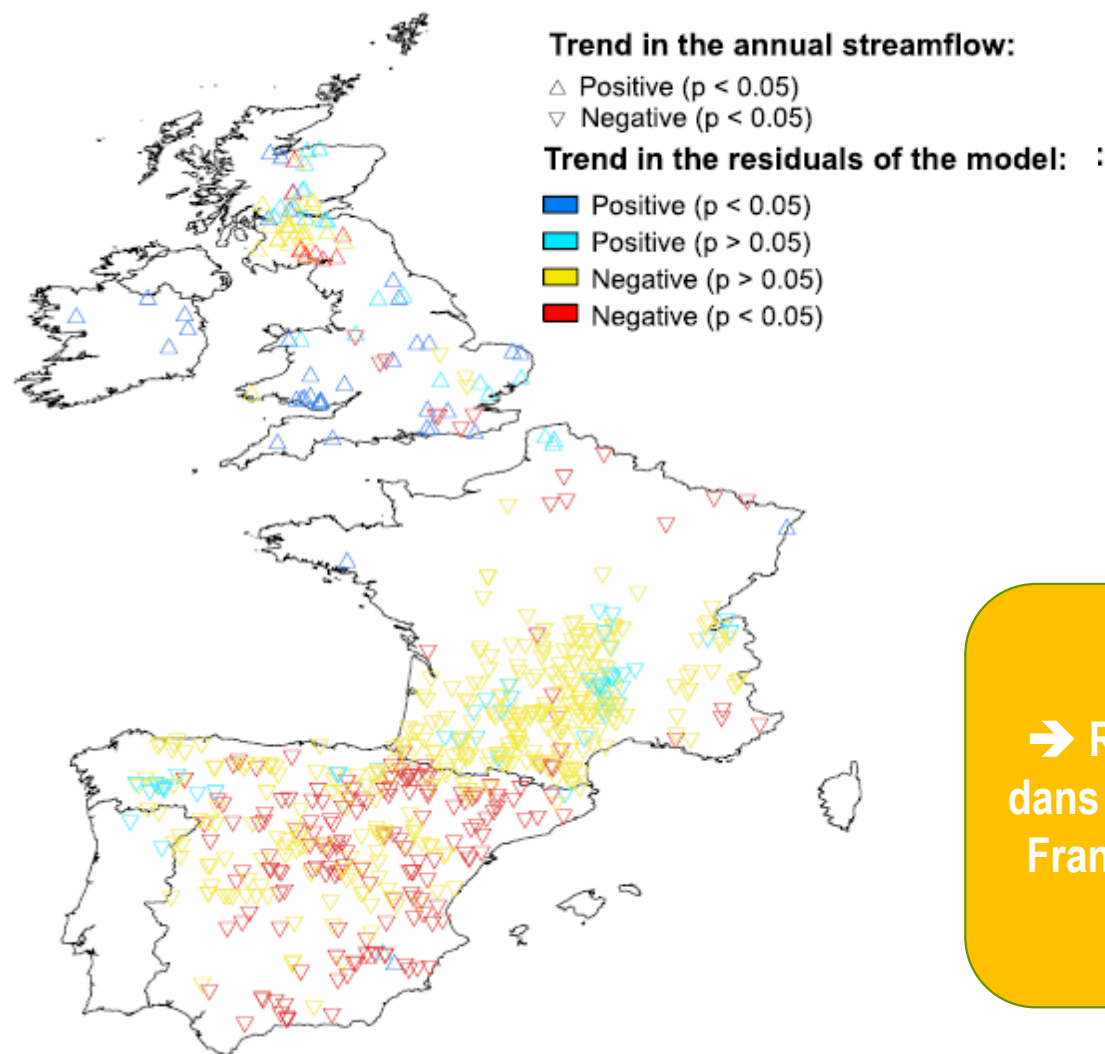
Cette variabilité est liée à des variations de température de l'océan Atlantique (AMO) conduisant à des modifications des trajectoires des fronts pluvieux

Cependant, une part des évolutions des débits depuis 50 ans n'est pas associée au climat

La ressource en eau actuellement en France

Quelle évolution de la ressource en eau dans le passé?

Evolution observée des débits de 1961 à 2012

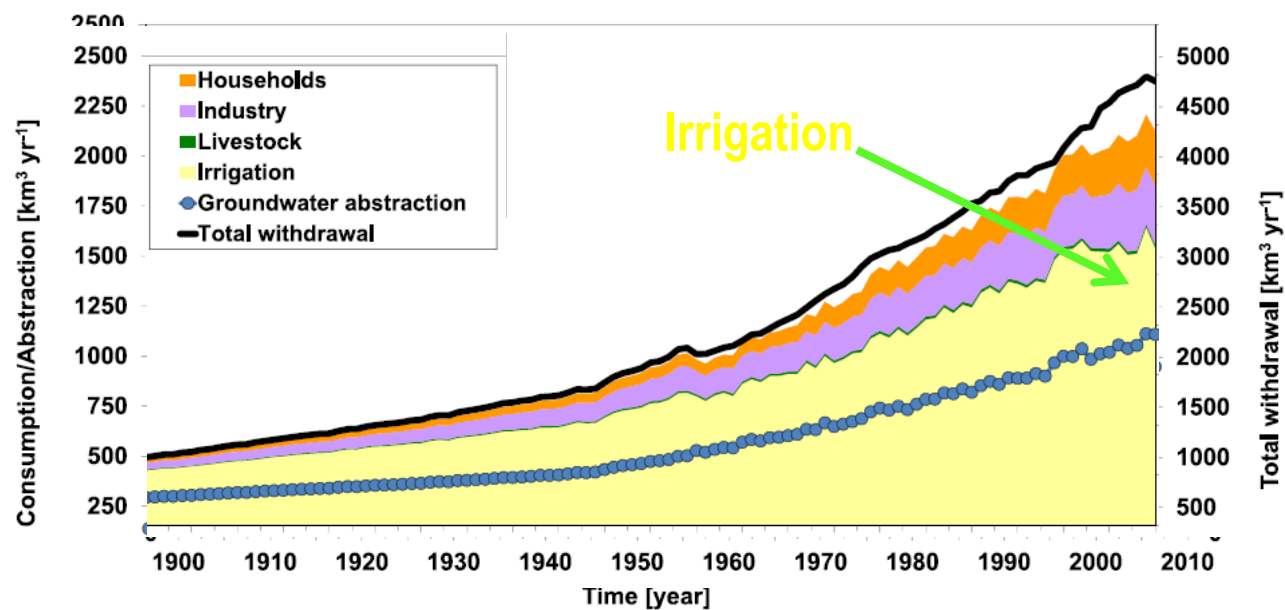


→ Rôle de l'irrigation
dans le Sud Ouest de la
France et l'Espagne ?

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

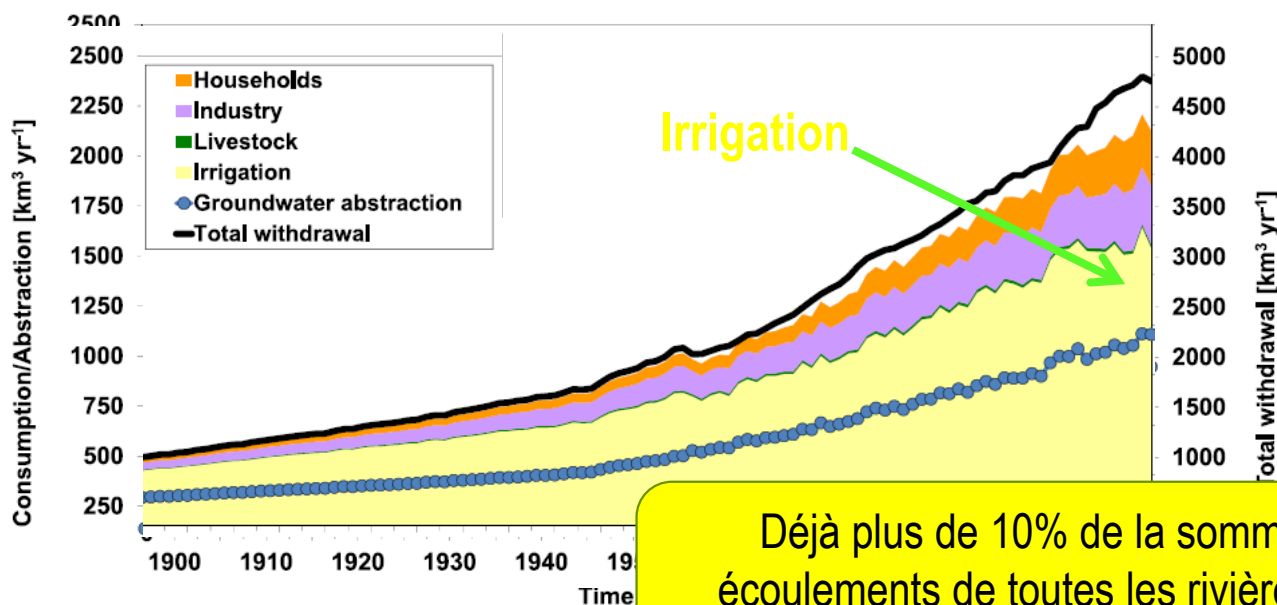
Estimation des prélèvements d'eau dans le monde



km³/an 2010	bétail	irrigation	Industrie	Eau potable	Total
prélèvement	20	2800	950	450	4220
Consommation	0	1400	300	200	1900

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Estimation des prélèvements d'eau dans le monde

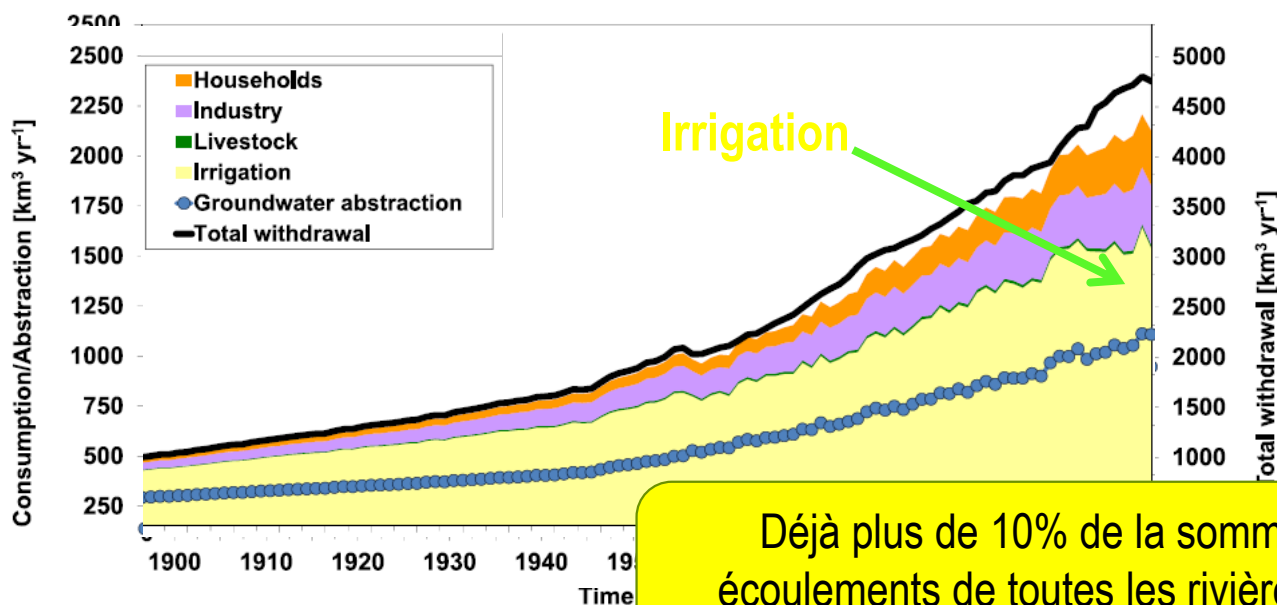


Déjà plus de 10% de la somme des écoulements de toutes les rivières de la planète

km³/an 2010	bétail	irrigation	Industrie	Eau potable	Total
prélèvement	20	2800	950	450	4220
Consommation	0	1400	300	200	1900

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Estimation des prélèvements d'eau dans le monde



Déjà plus de 10% de la somme des écoulements de toutes les rivières de la planète

km ³ /an 2010	bétail	irrigation	Industrie	Eau potable	Total
prélèvement	20	2800	950	450	4220
Consommation	0	1400	300	200	

Une partie de ces prélèvements se fait dans les réservoirs

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Des plans d'eau artificiels pour différents usages:



Etang de pêche



Etang écrêteur de crue



Retenue pour irrigation



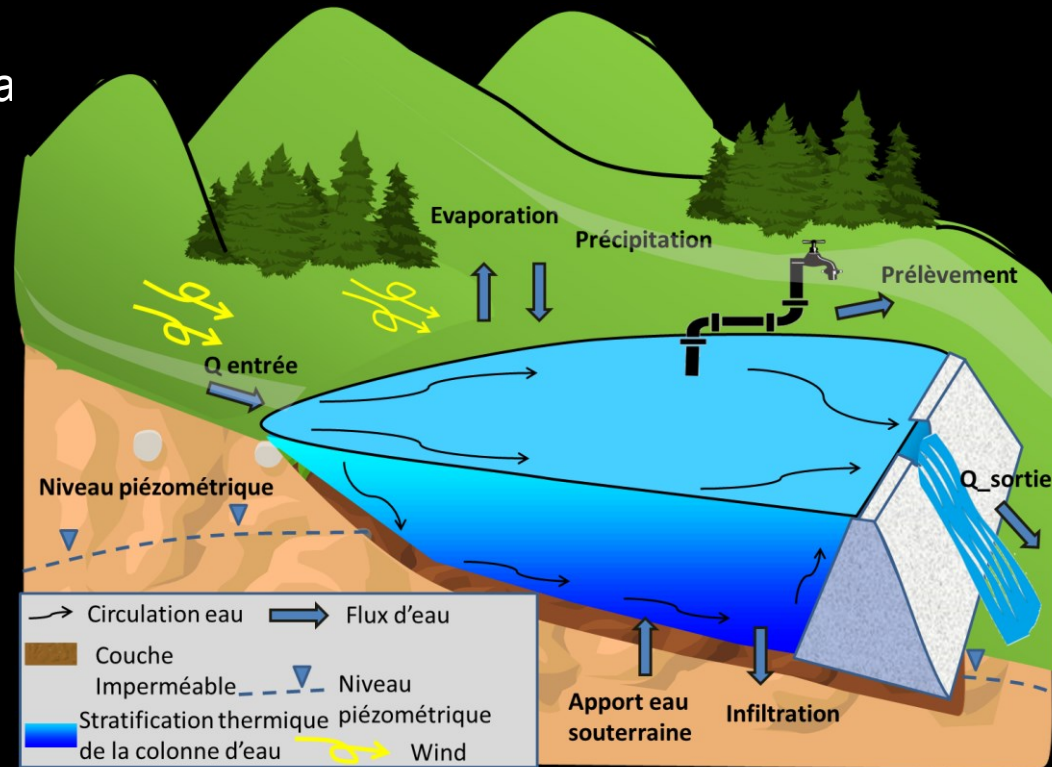
hydroélectricité

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau

Les débits en sorties du plan d'eau sont égaux à la somme:

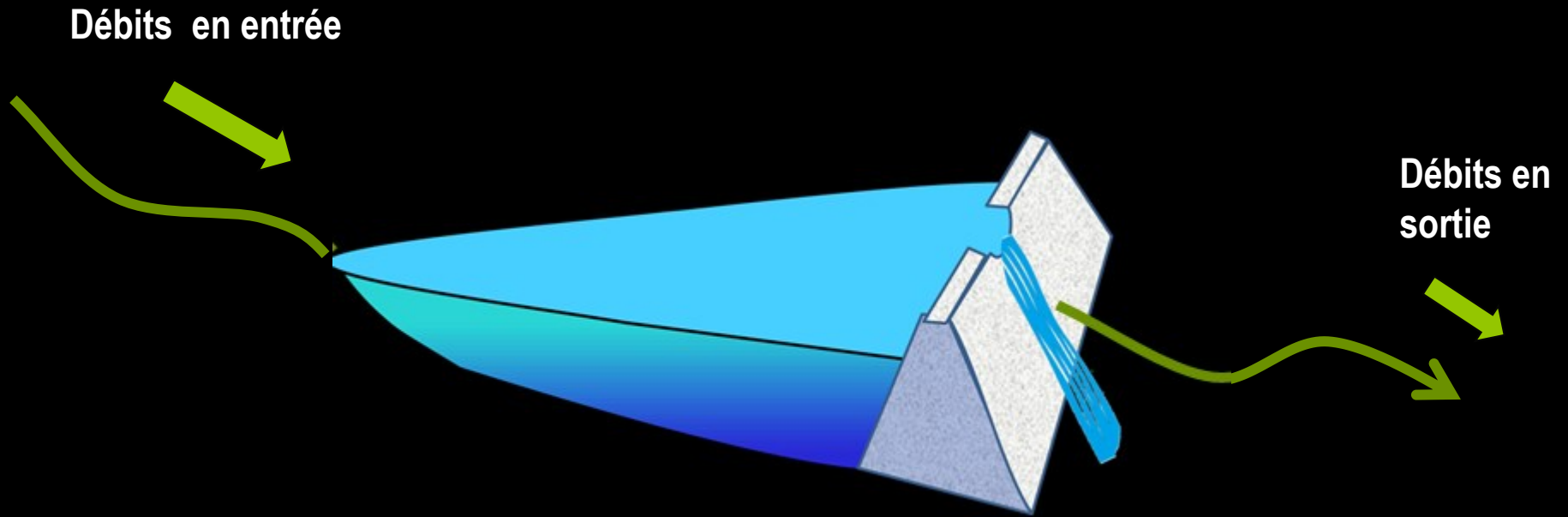
- + des débits en entrée
- + des apports des précipitations sur le plan d'eau
- - des pertes par infiltration
- - de la variation de stock dans la réserve
- - des pertes par évaporation sur le plan d'eau
- - des prélèvements



On considère ici des retenues avec prélèvements de type agricoles

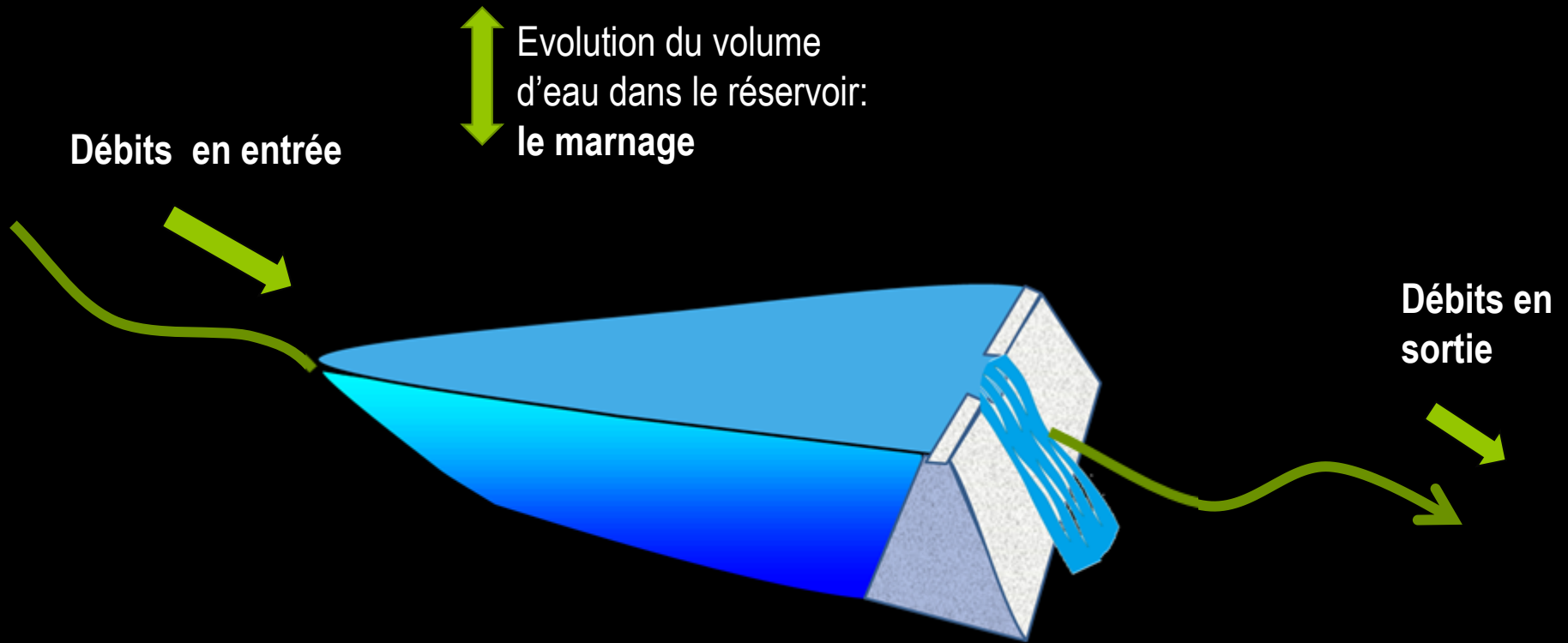
Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel



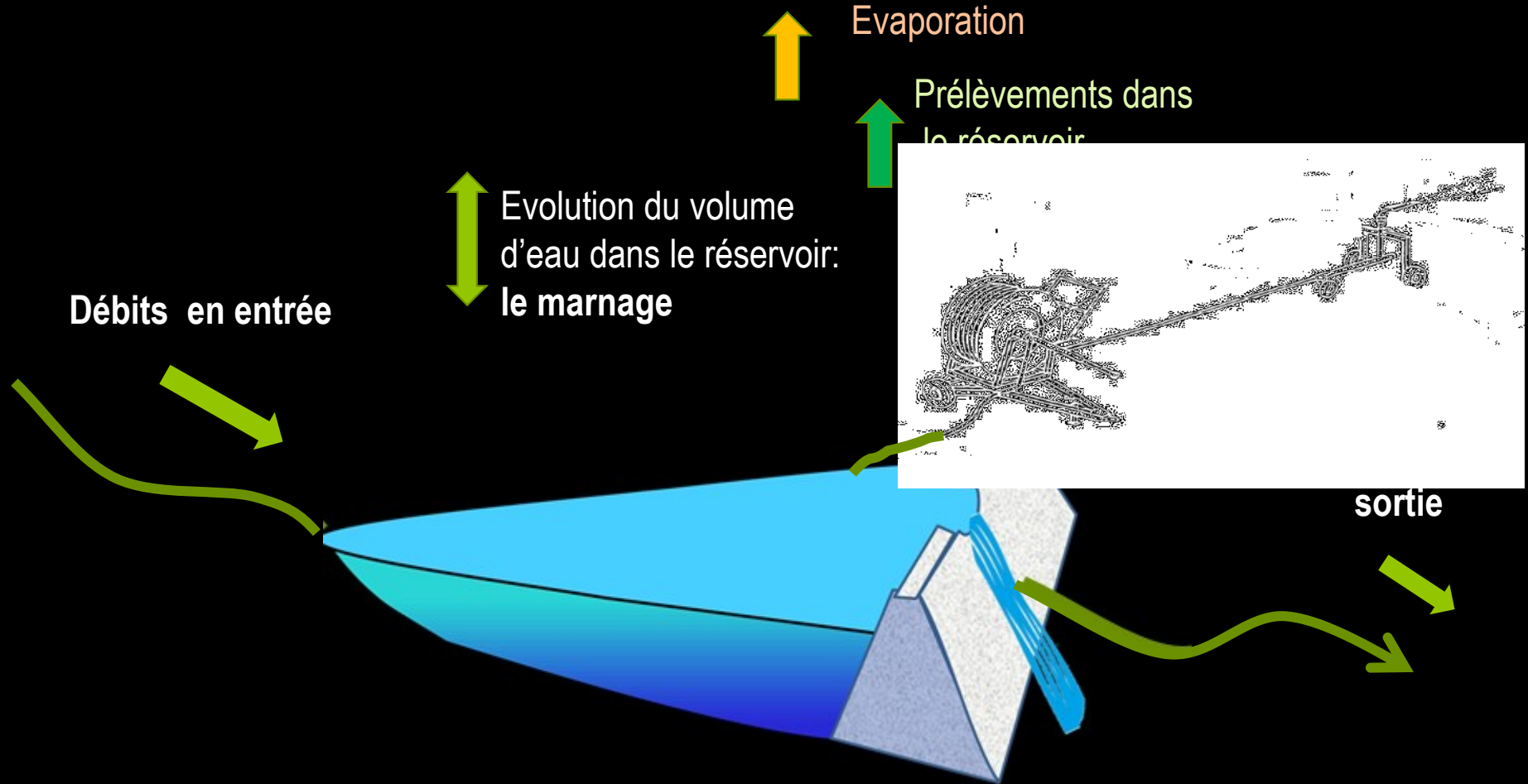
Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel



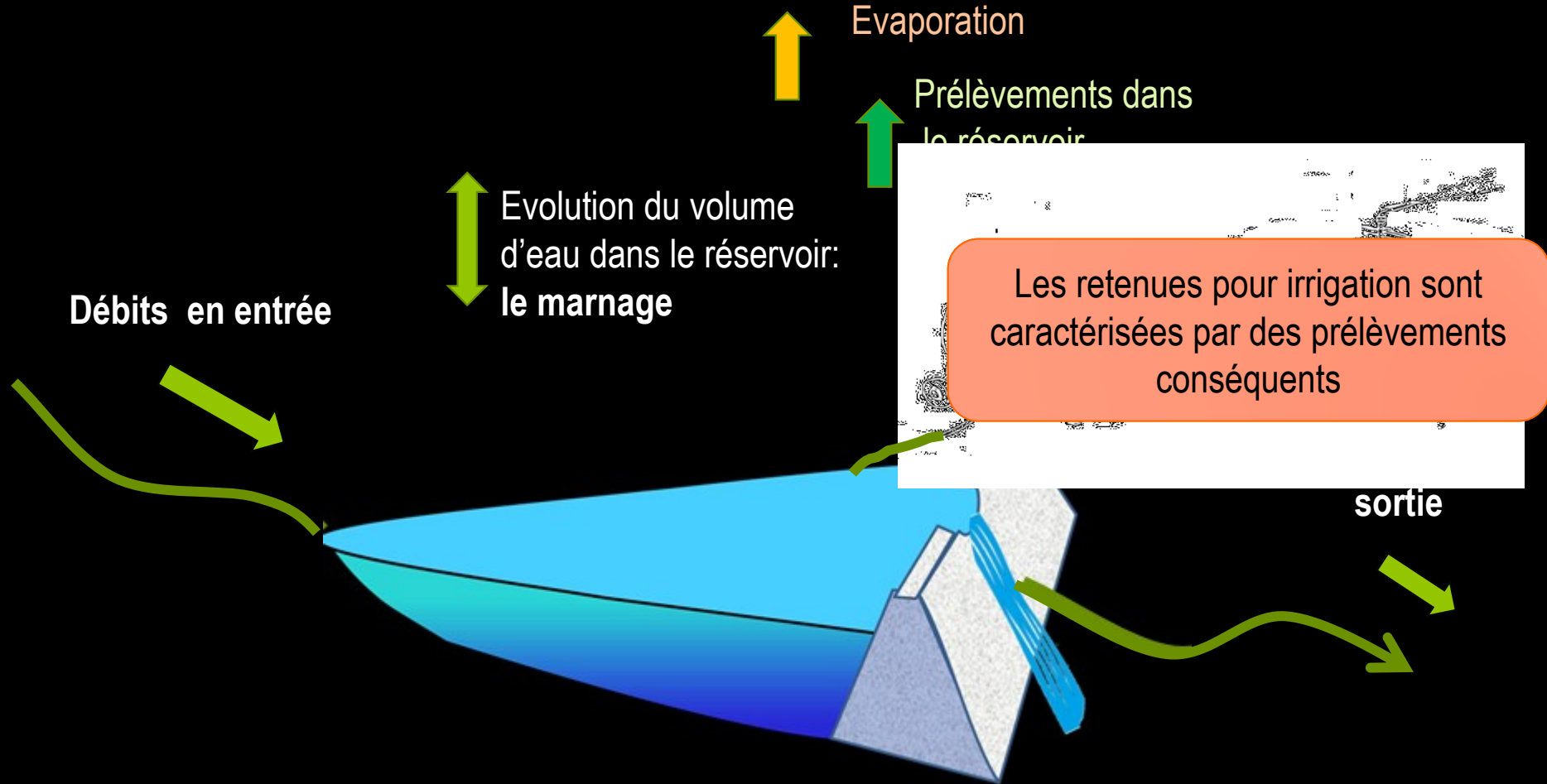
Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel



Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel



Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

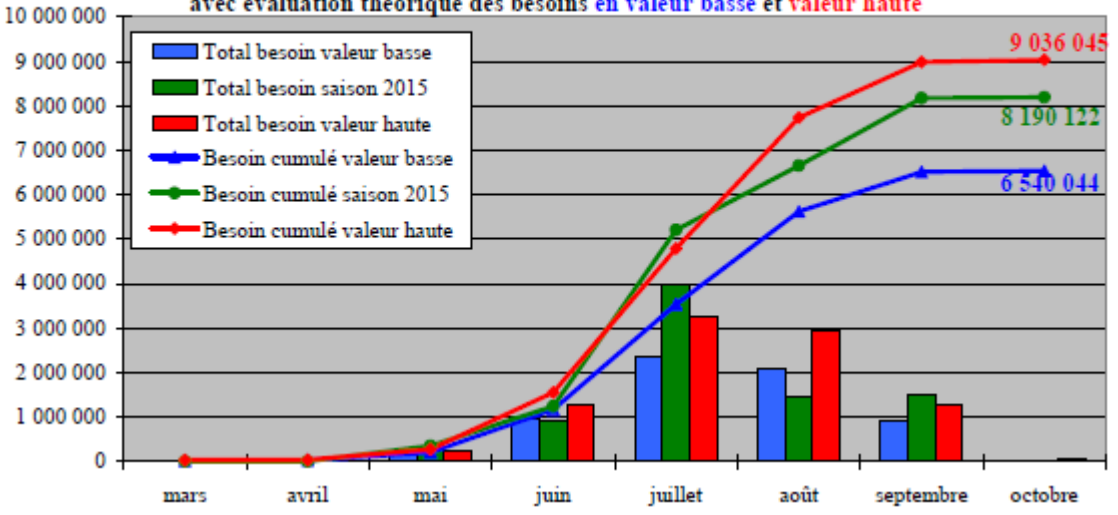
Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel

Les prélèvements dans les retenues sont mal connus. Certaines DDT arrivent à estimer les besoins et origines de l'eau (ici DDT47)

Prélèvements dans le réservoir

Les retenues pour irrigation sont caractérisées par des prélèvements conséquents

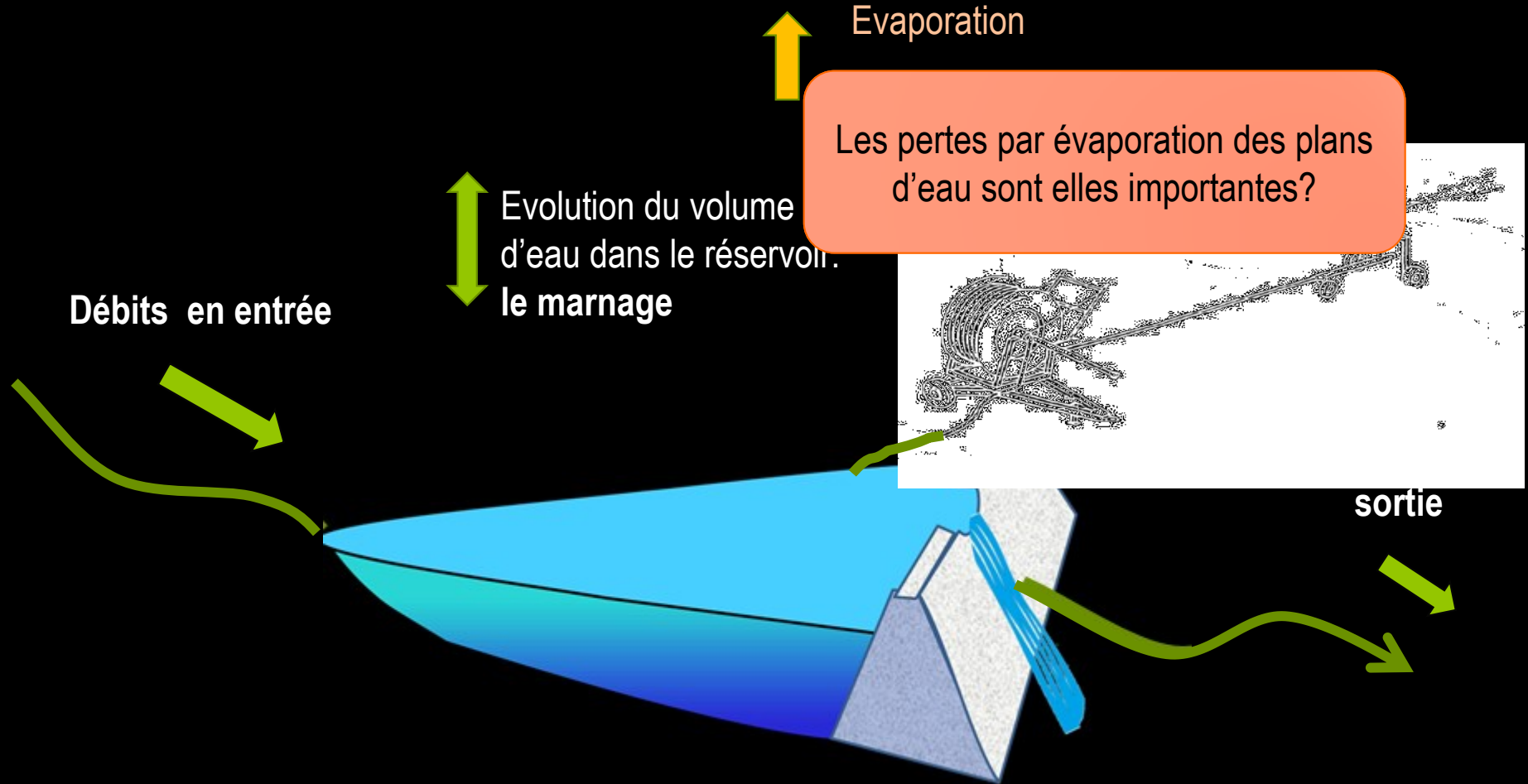
BV du Tolzac : Répartition mensuelle des besoins en eau
Comparaison consommation saison 2015
avec évaluation théorique des besoins en valeur basse et valeur haute



sortie

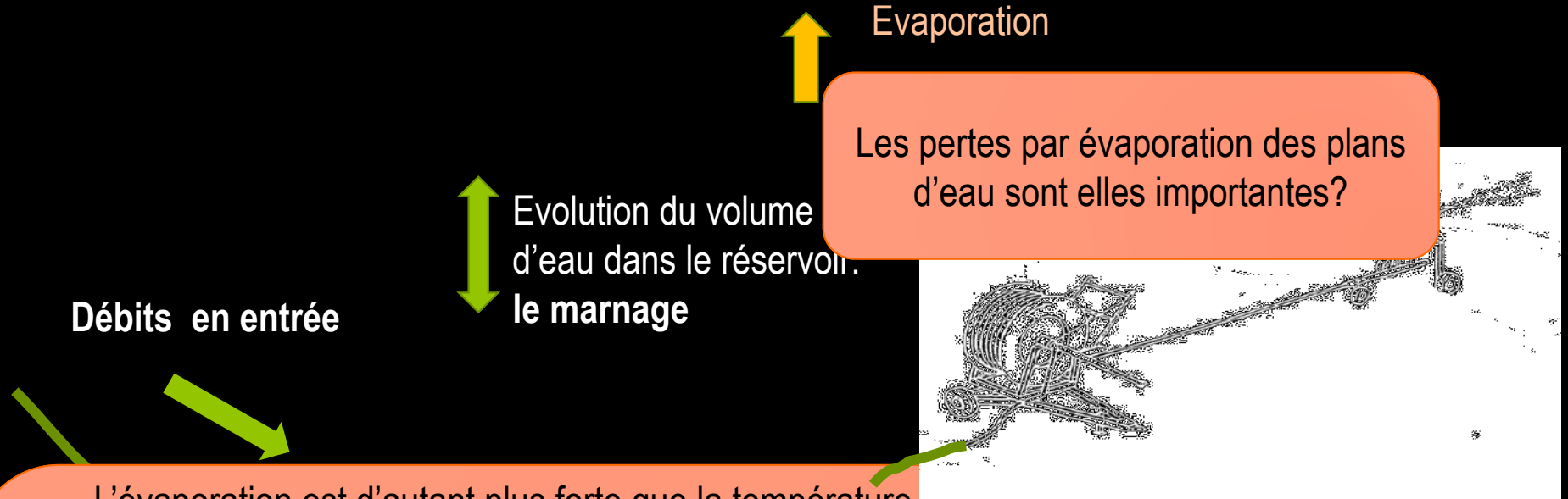
Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel



Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel



Les pertes par évaporation des plans d'eau sont elles importantes?

L'évaporation est d'autant plus forte que la température du plan d'eau en surface est élevée

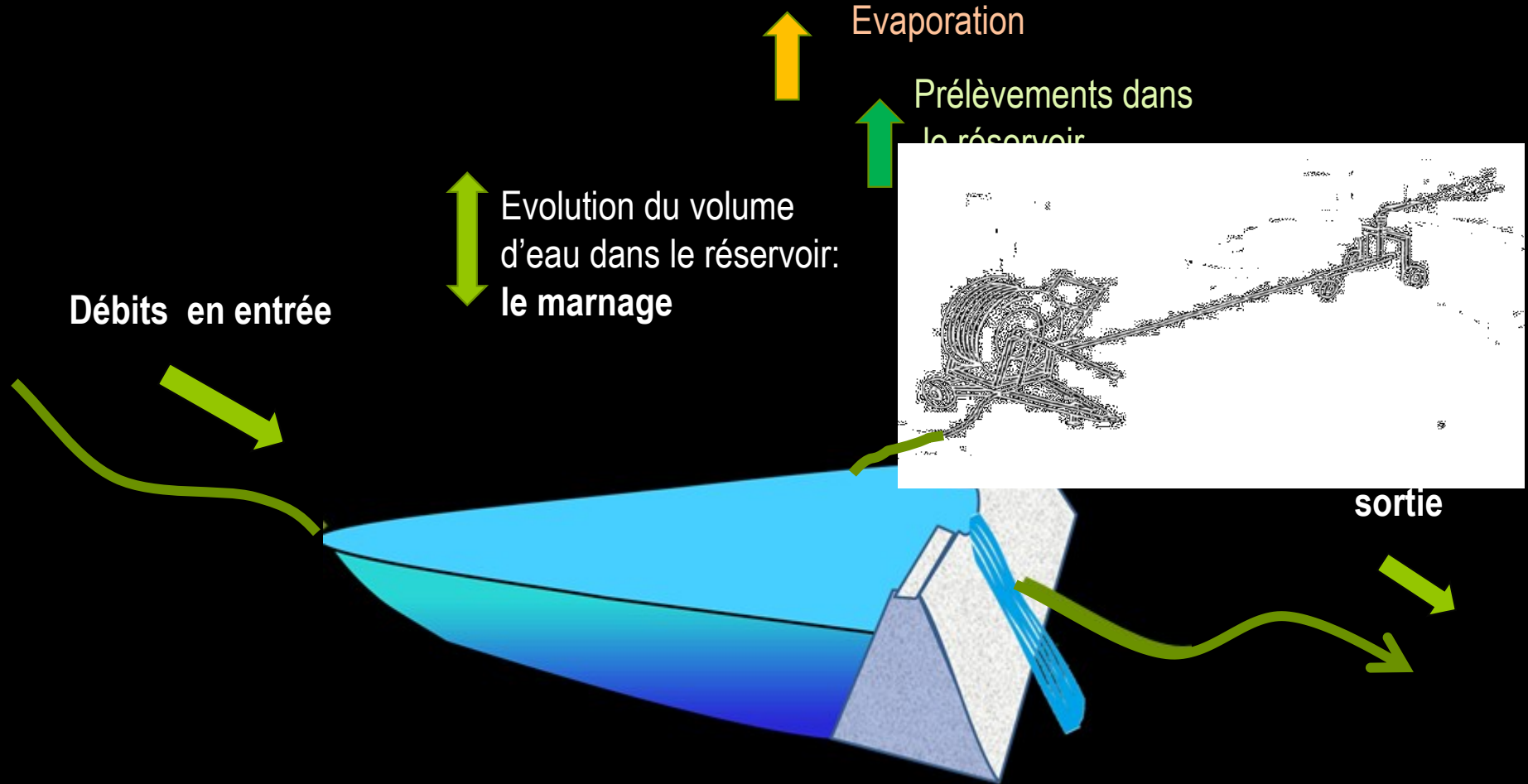
- Faible profondeur d'eau
- Pas d'obstacle au vent
- Pas d'ombre portée

Si la surface du lac est assez grande, une fine couche saturée en humidité peut se former en surface qui va limiter les pertes en évaporation

- Une première approximation est de considérer que l'évaporation du plan d'eau est au taux potentiel
- ~900mm/an à St Pierre des Corps, pertes d'au moins 200mm/an par rapport aux précipitations

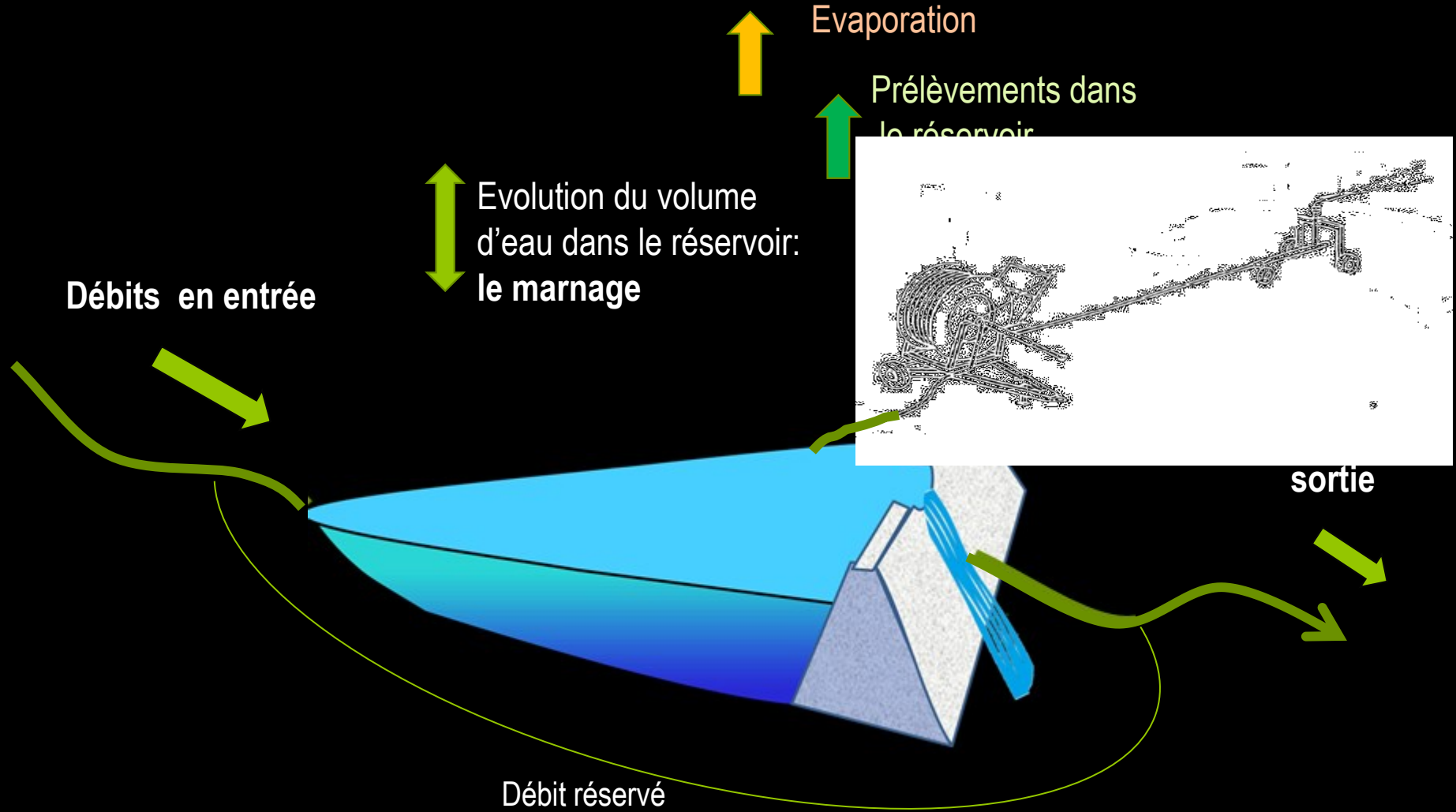
Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel



Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel

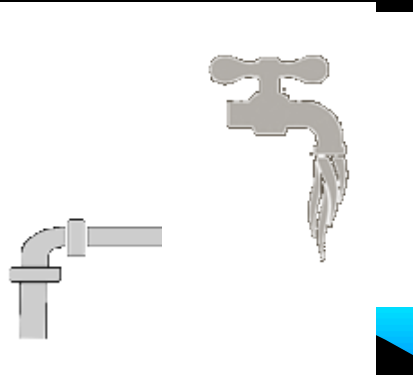


Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un plan d'eau artificiel

Cas particulier des bassines de substitution

Alimentée par
prélèvement en nappe
et/ou rivière en hiver



Baisse du
niveau des
nappes en
hiver



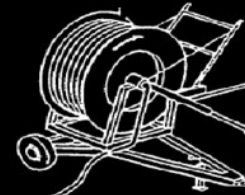
Evolution du volume
d'eau dans le réservoir



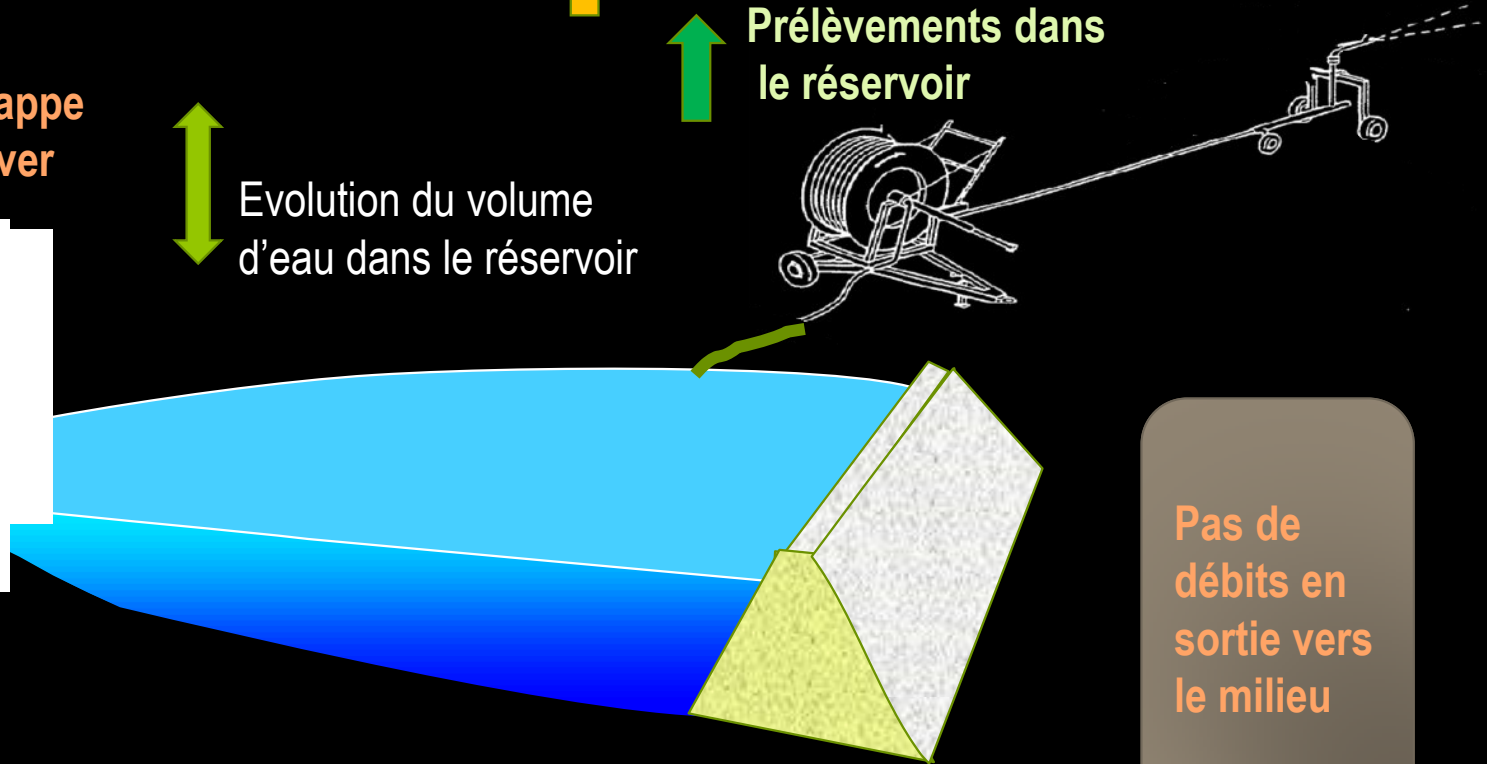
Evaporation



Prélèvements dans
le réservoir



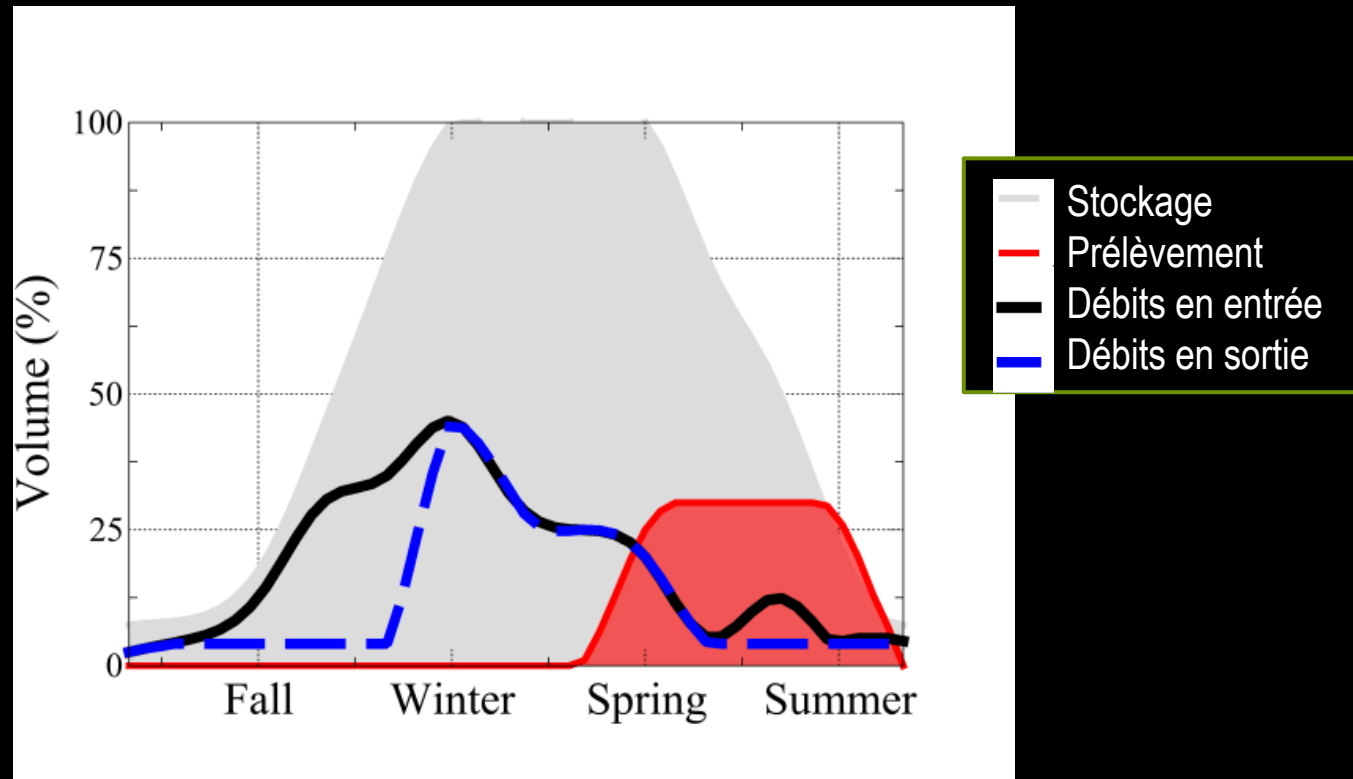
Pas de
débits en
sortie vers
le milieu



Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un réservoir: impact sur les débits

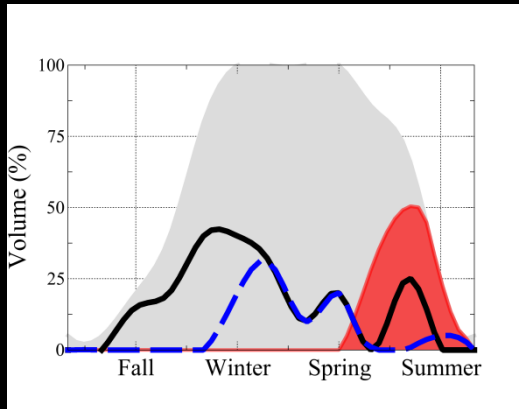
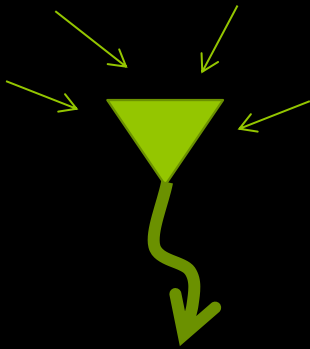
Retenues avec débits réservés



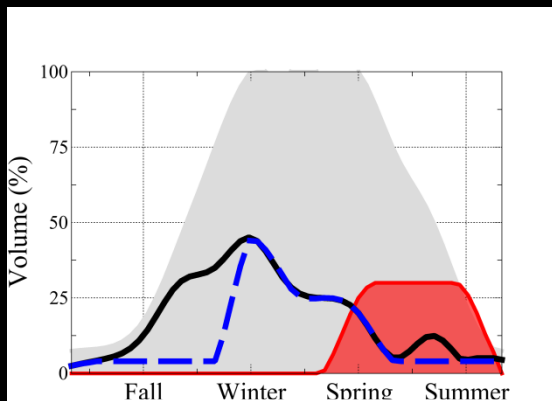
Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un réservoir: impact sur les débits

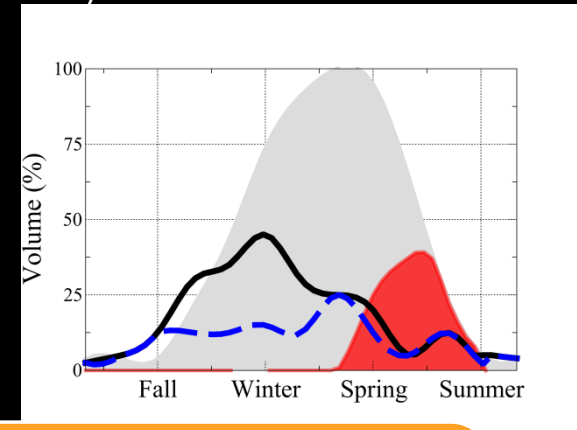
a) Retenues de type collinaire



b) Retenues avec débits réservés



c) Retenue en dérivation

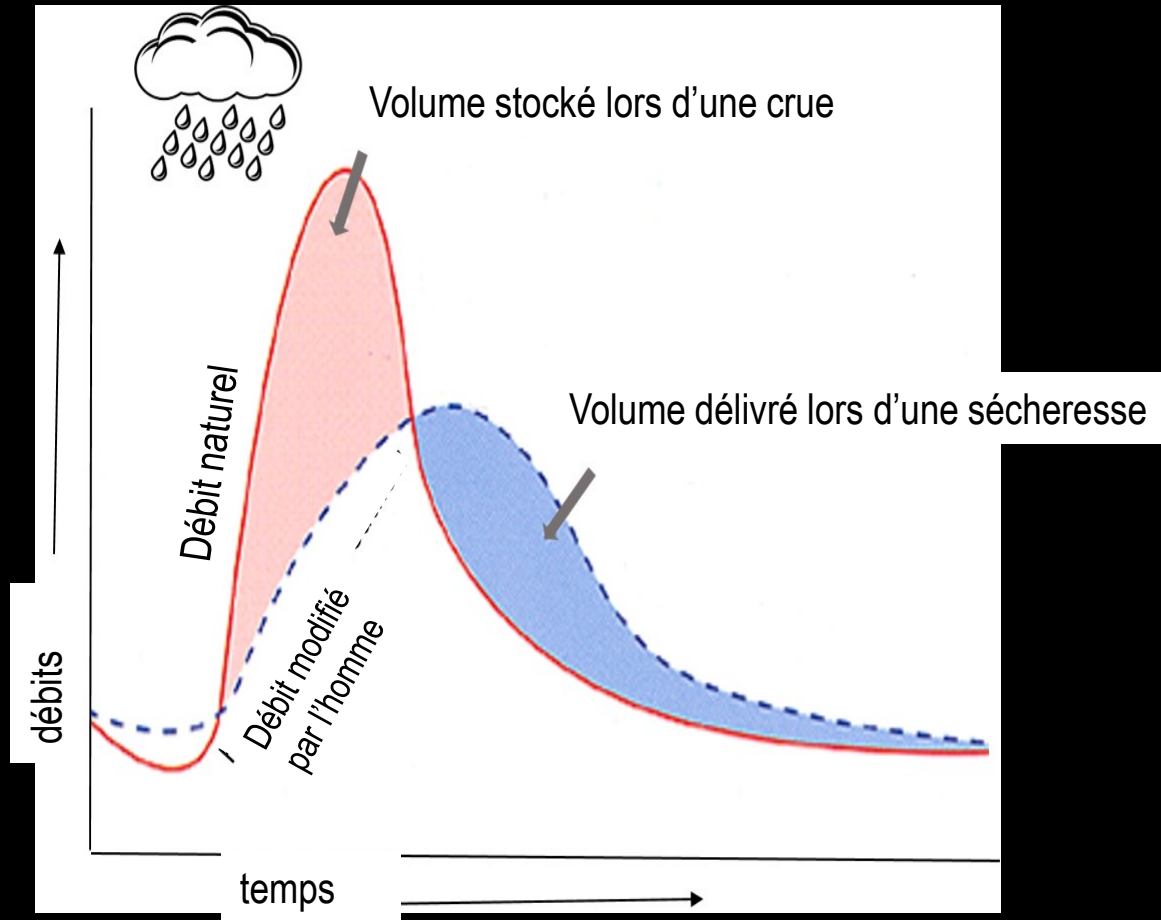


La dynamique de remplissage et la dynamique des prélèvements jouent fortement sur l'impact des réservoirs sur les débits

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Fonctionnement d'un réservoir: impact sur les débits

Les gros réservoirs peuvent servir à écrêter les crues et soutenir les étiages



Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Impact des réservoirs sur les débits

Synthèse bibliographique internationale (ESCO Reteneu)

L'impact cumulé des petites retenues (inférieure à 1M m³) réduit les débits en moyenne de 10%
Et jusqu'à 50% les années sèches



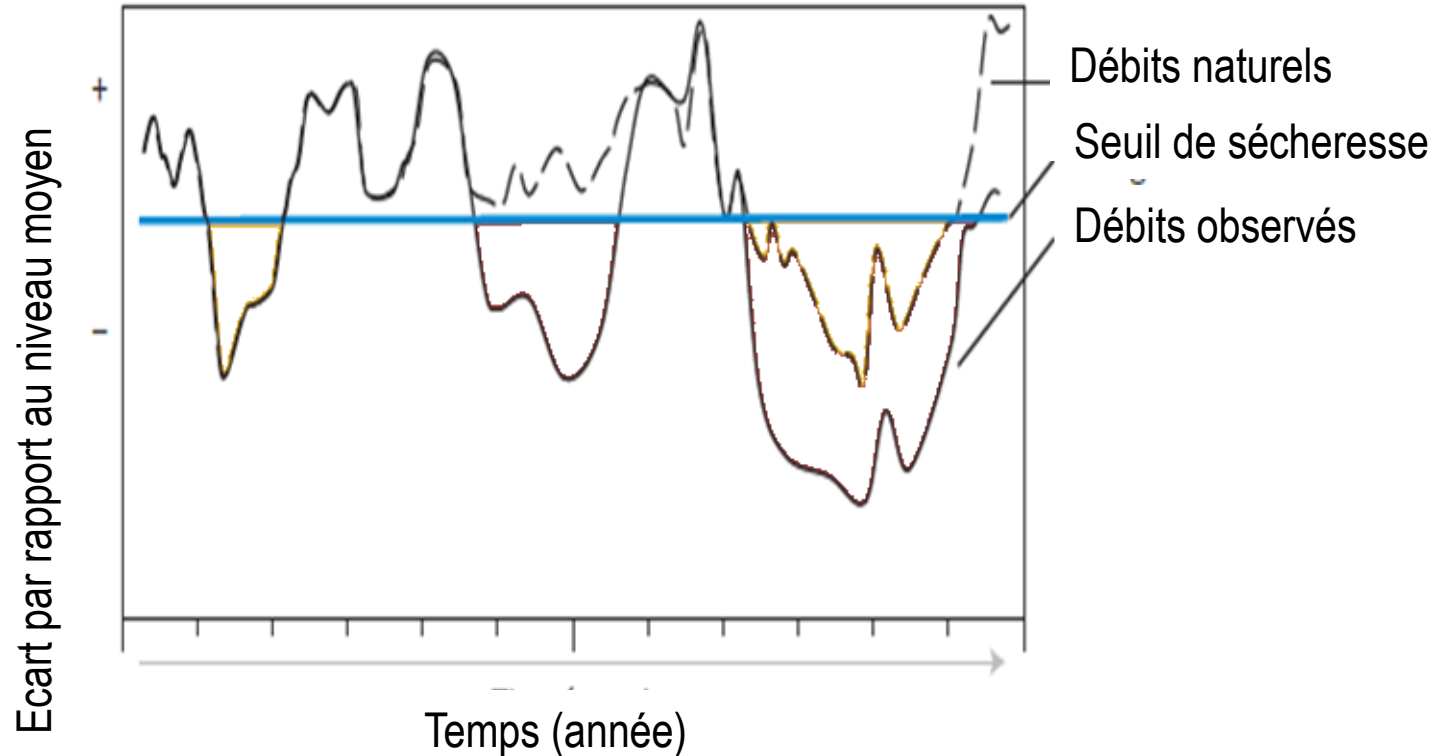
Bassine du Marais Poitevin

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Lien entre sécheresses et prélèvements

Notion de « sécheresse anthropique »

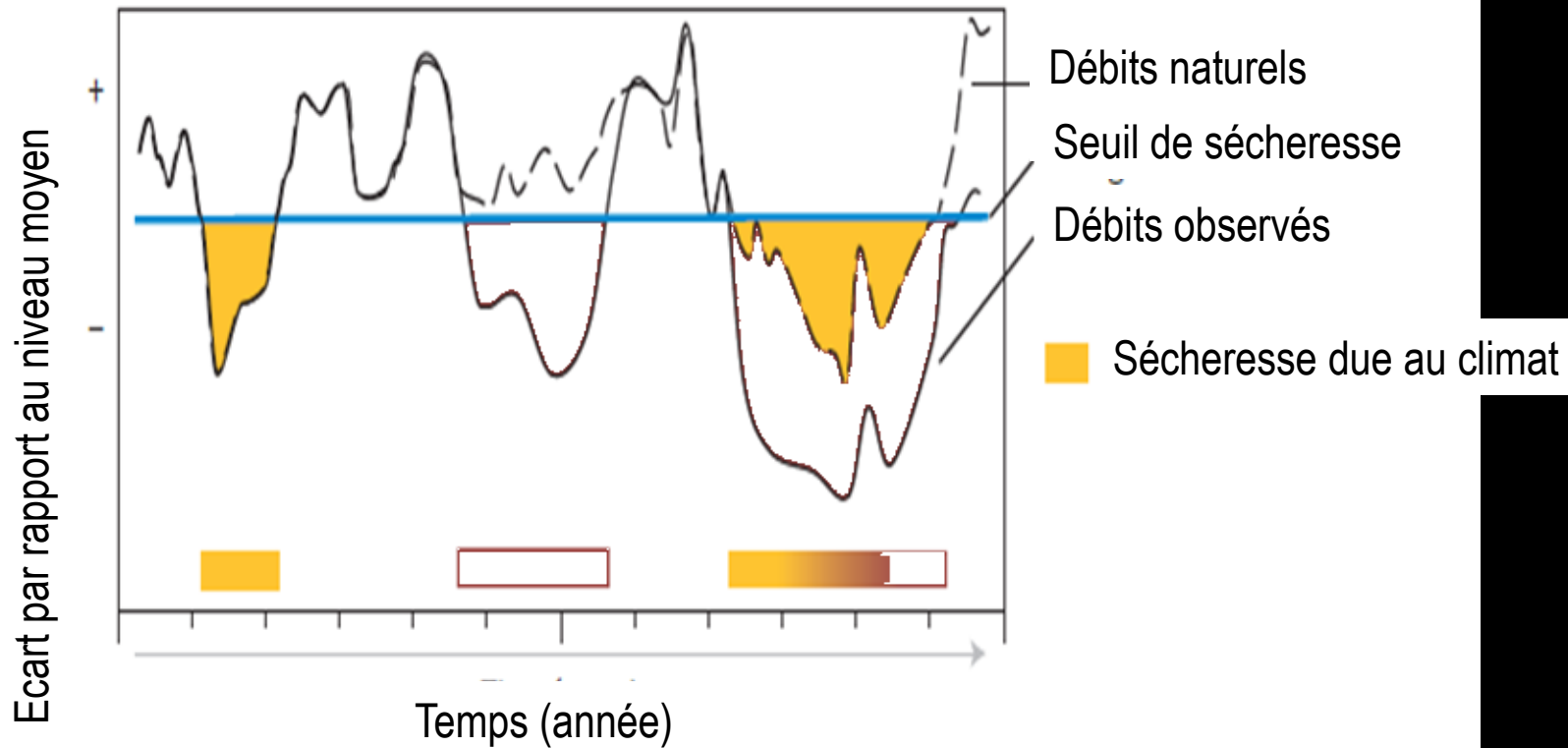
Courbe de débits observés et Naturels



Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Notion de « sécheresse anthropique »

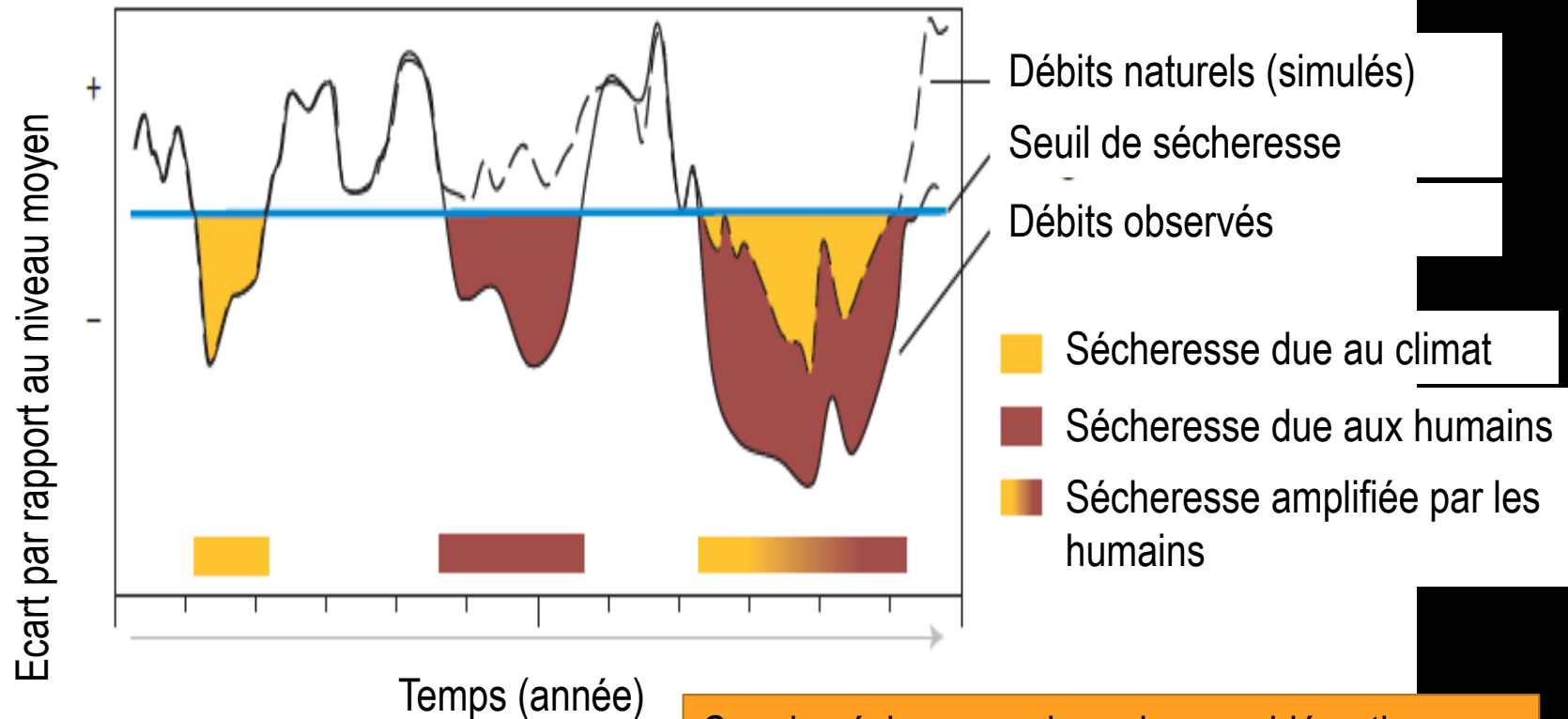
Courbe de débits observés et Naturels



Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Notion de « sécheresse anthropique »

Courbe de débits observés et Naturels



Cas de sécheresses humaines emblématiques:

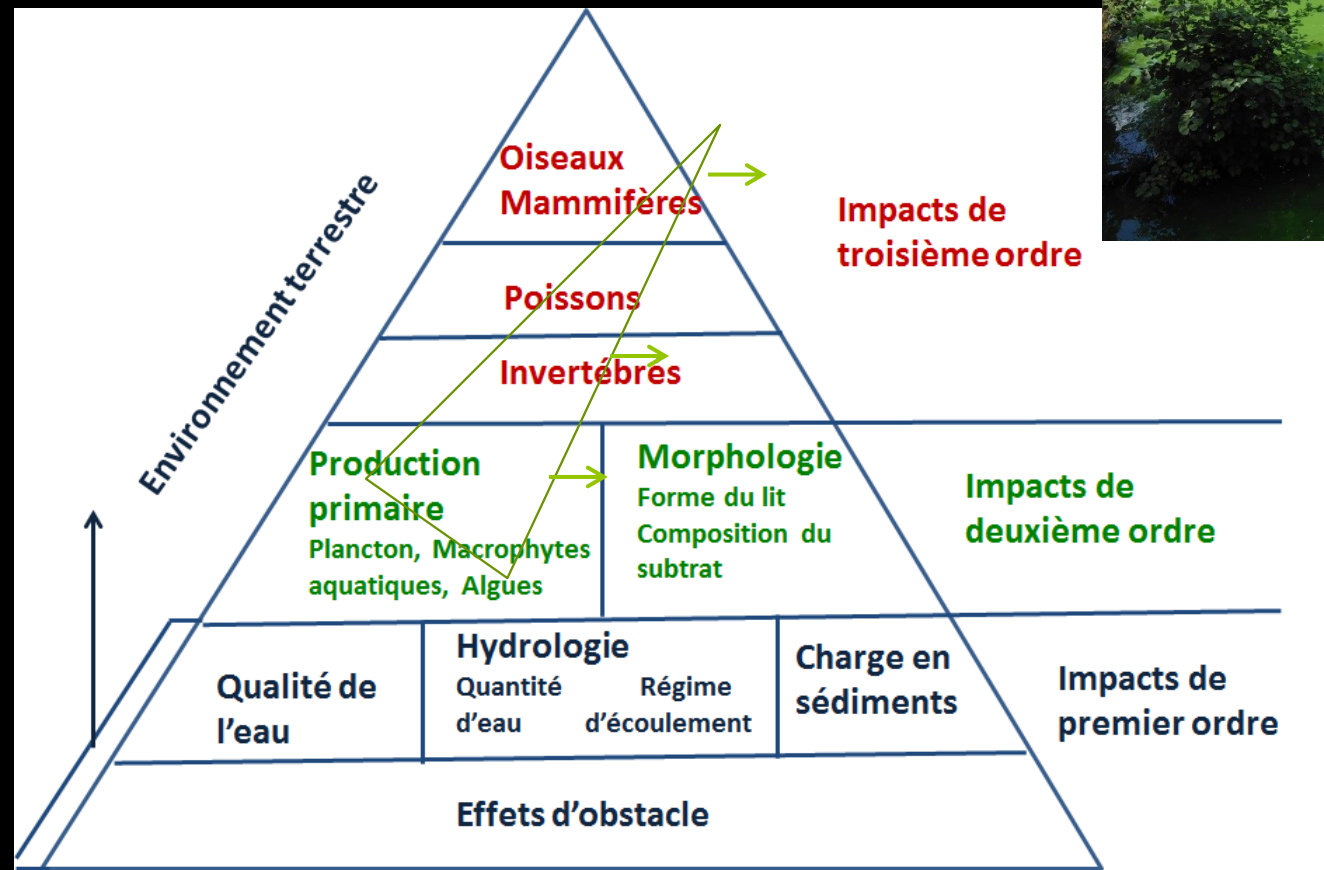
- Mer d'Aral (Micklin 1987)
- Lac Urmia (AghaKouchak et al. 2015)...

Cas de sécheresses amplifiées par les humains:

- Lac Tchad (Gao et al., 2011)

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Résumé des impact des plans d'eau



© OIEau, 2017

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Combien de réservoirs en France ?

Estimations

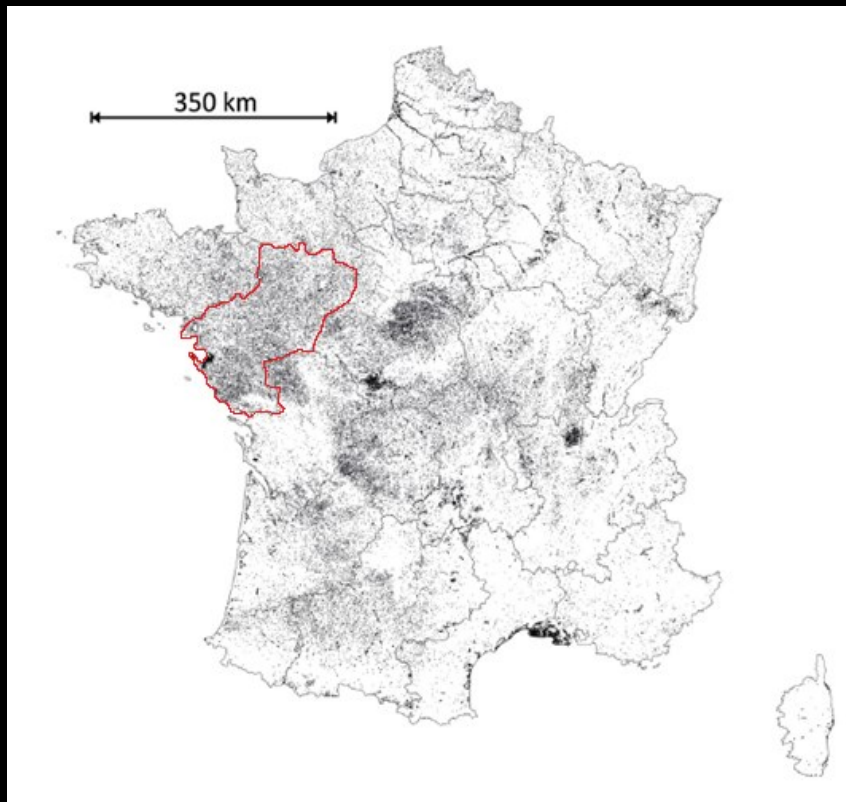
- Terasmaa et al., Heliyon, 2019

Focalisent sur les petits plans d'eau

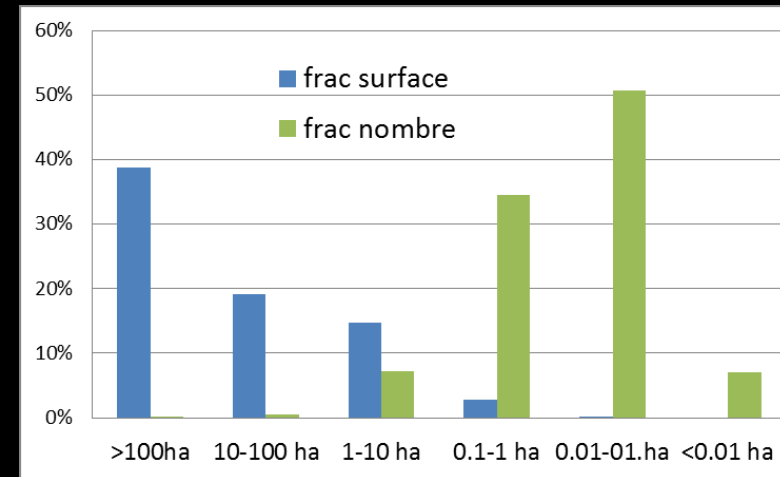
~600000 plans d'eau

dont 98% d'origine humaine

Surface totale 4550km², soit 0.8% de la France



Répartition des retenues



Surface globale assez faible <1% du territoire, mais, à peu près 1/3 des surfaces irriguées par exemple

Comment les plans d'eau pour irrigation affectent la ressource en eau?

Les plans d'eau sont importants, parcequ'ils

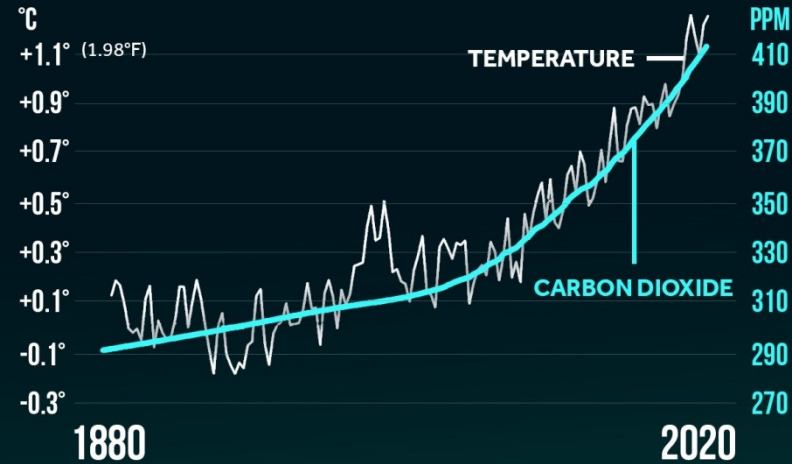
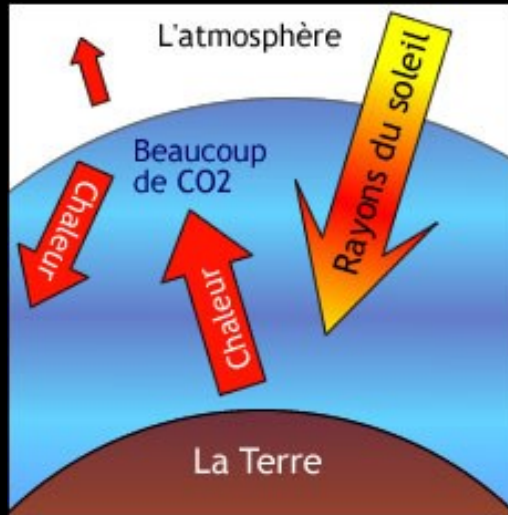
- Sont très nombreux
- Représentent une surface non négligeable (incertaine et variable)
- Stockent / interceptent un volume d'eau méconnu mais sans doute non négligeable
- Impactent la ressource en eau tant en quantité qu'en qualité

De plus

- Les impacts des plans d'eau vont évoluer avec le dérèglement climatique
- Ils pourraient se développer notamment pour soutenir une irrigation (Voir par exemple le Varenne agricole)

La cause du dérèglement climatique: les émissions de gaz à effet de serre

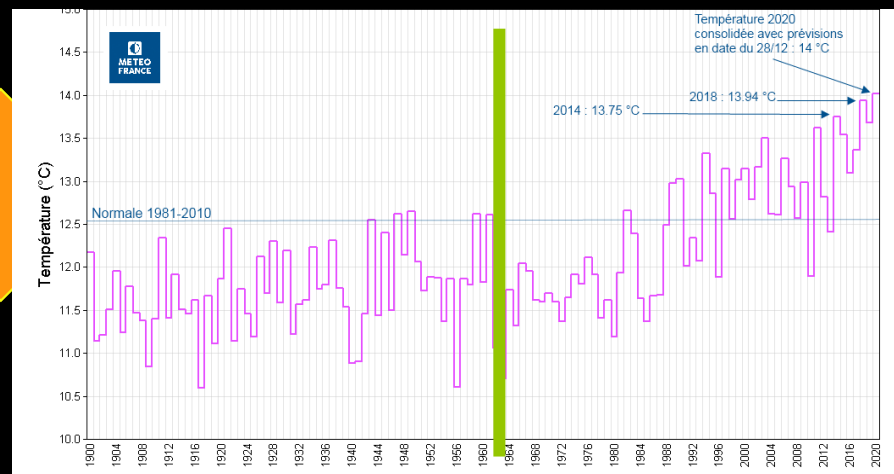
Evolution des températures mondiales



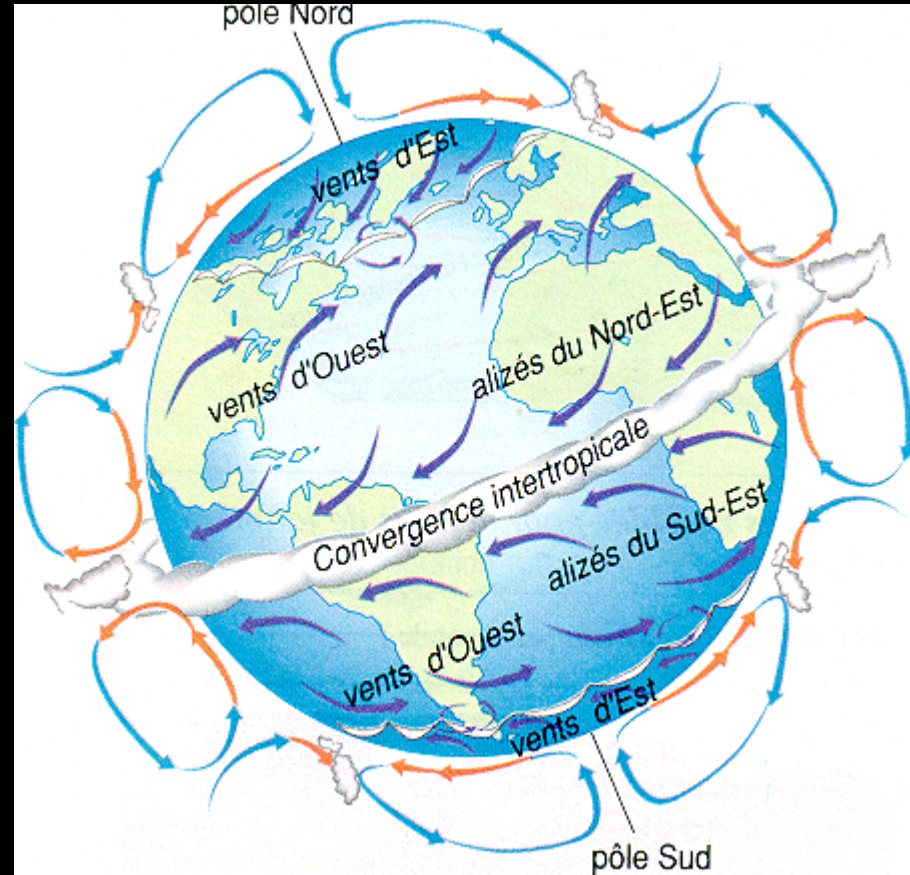
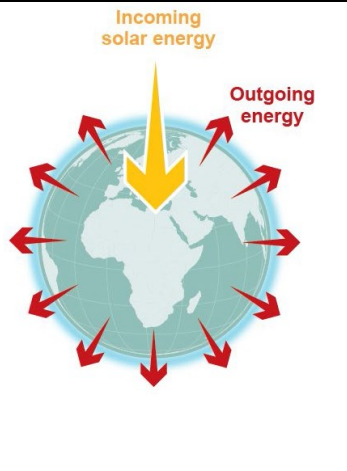
Evolution de la température moyenne en France
Depuis 1900

Evolution en moyenne climatique
(sur 30 ans) depuis les années
1980

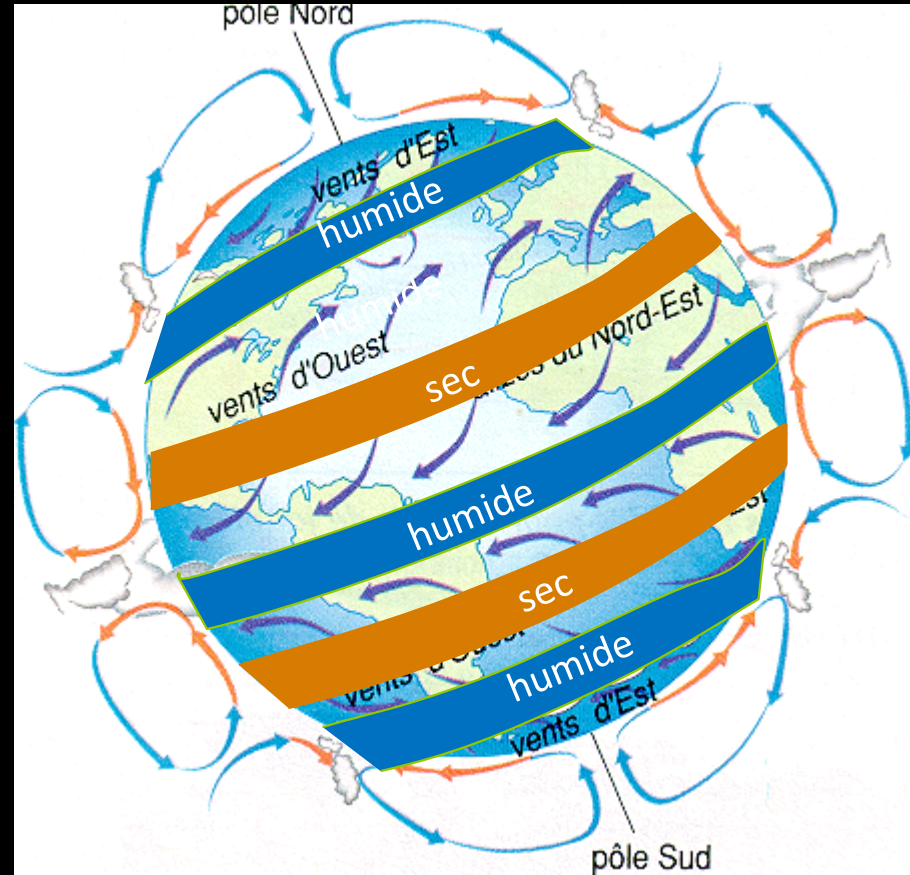
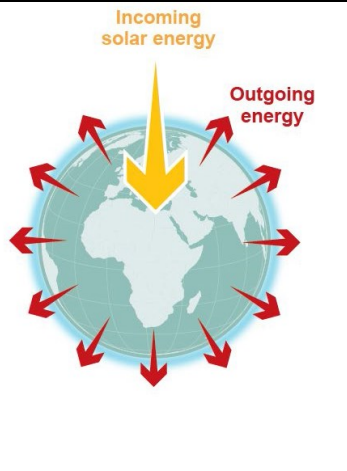
+1.3°



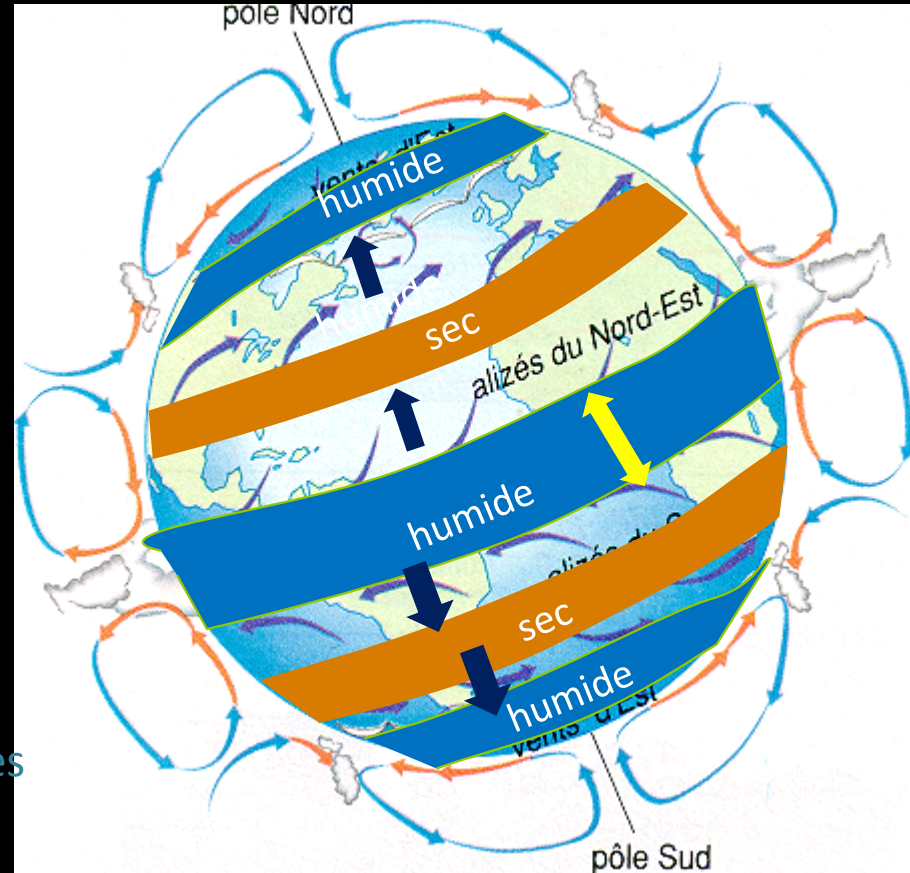
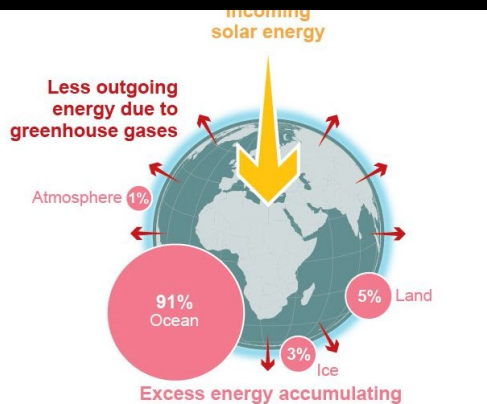
Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

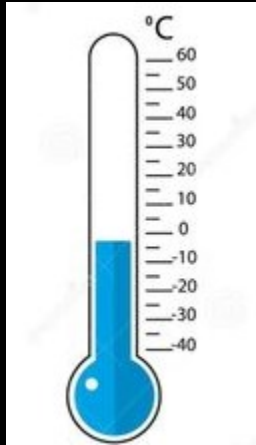


Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

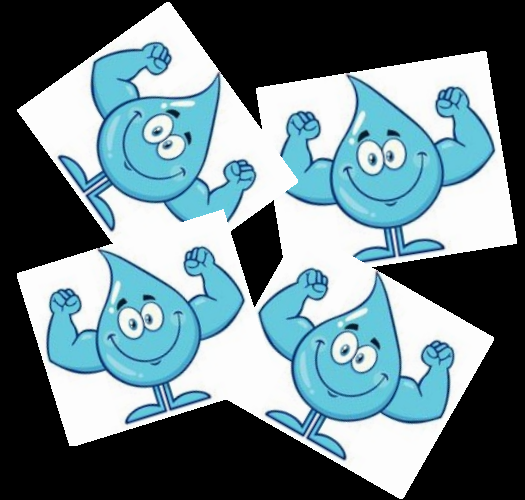
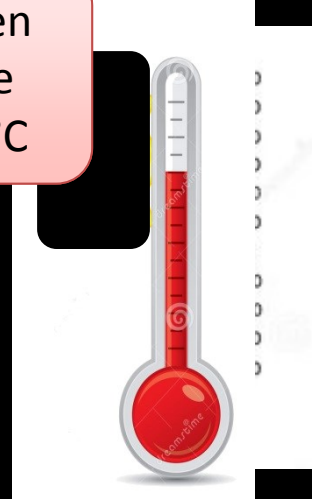


Modification de la circulation des perturbations météo qui amènent les précipitations

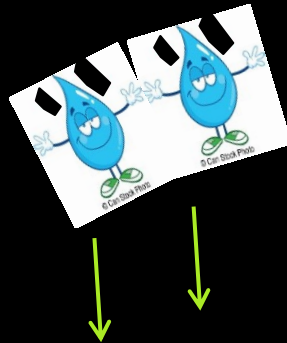
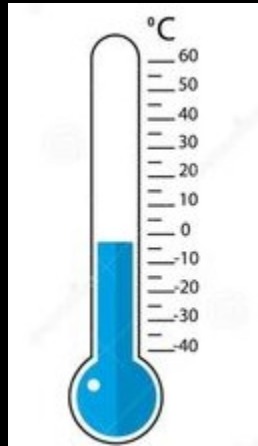
Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



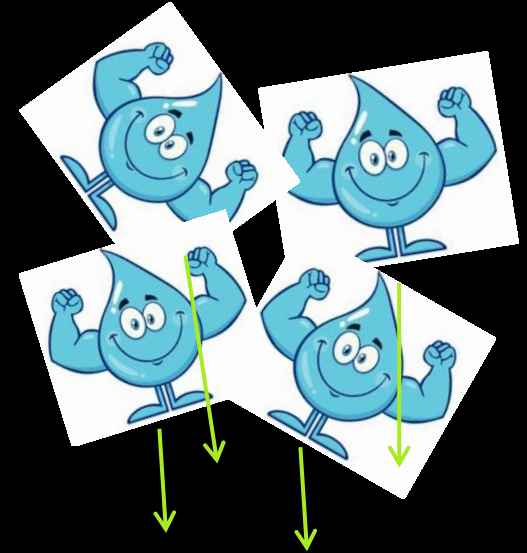
→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



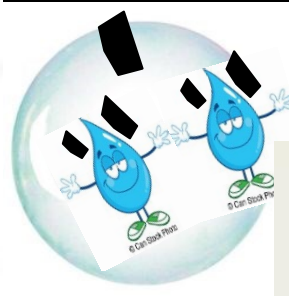
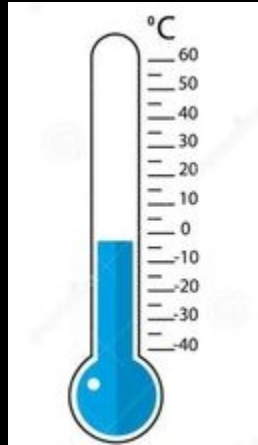
→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



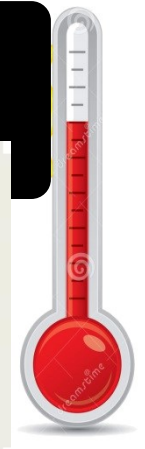
a) Les précipitations pourront être plus intenses → Hausse du risque d'inondation pluviale

→ Dans les Cévennes: +22 % d'intensité moyenne des précipitations extrêmes en 50 ans (Ribes et al., 2017)

Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



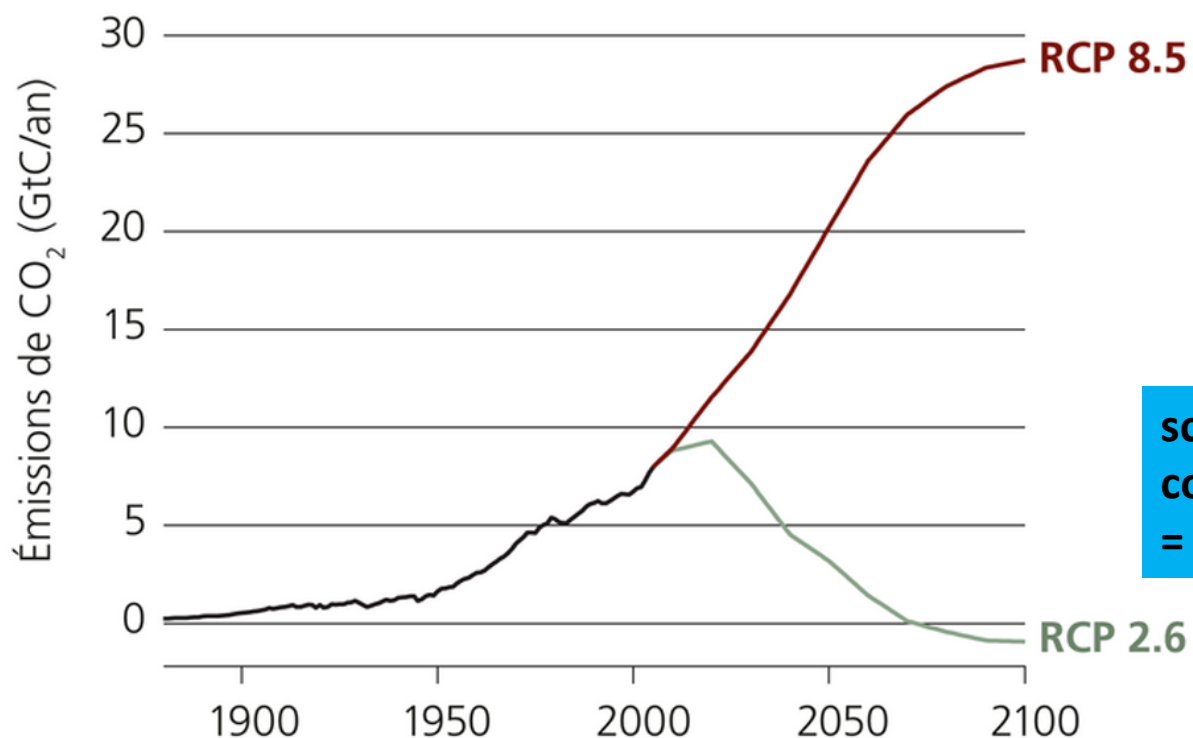
- a) Les précipitations pourront être plus intenses → Hausse du risque d'inondation pluviale
- b) Hausse de la demande évaporative → plus de sécheresse

→ Le déficit d'humidité a augmenté de 11% en 30 ans sur les zones végétalisées, et s'associe à des réductions de la croissance des plantes (Yuan et al., 2019)

Projections climatiques: scénario d'évolution des gaz à effet de serre

**Scénario tendanciel : concentration en CO₂ >1000 ppm
= scénario catastrophe**

**~+4.5° en France
➔ +9° en Juillet**



**scénario à 2°:
concentration en CO₂ 400 ppm
= scénario combatif**

~+2.7° en France



[Credit: Yoda Adaman | Unsplash]

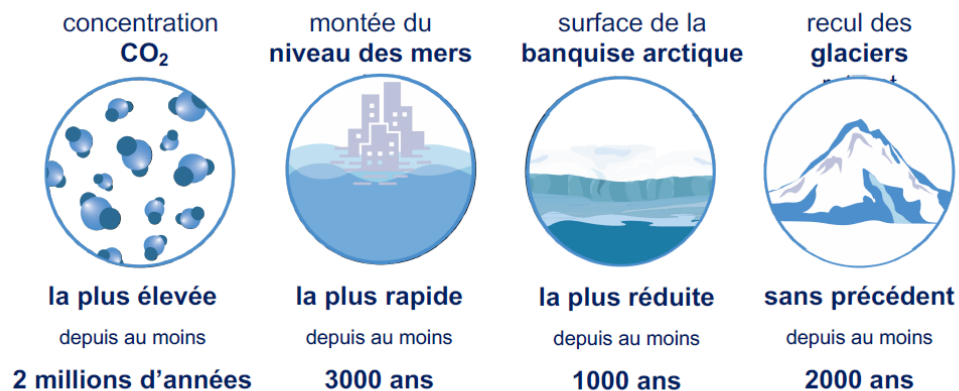
Il est incontestable que les activités humaines sont à l'origine du changement climatique, qui rend les phénomènes climatiques extrêmes, notamment les vagues de chaleur, les fortes précipitations et les sécheresses, plus fréquents et plus graves.

Source: Valérie Masson-Delmotte
vice-présidente du
groupe de travail
du GIEC sur les
bases physiques



SIXTH ASSESSMENT REPORT

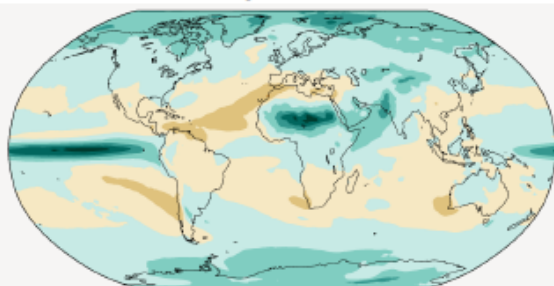
Working Group I – The Physical Science Basis



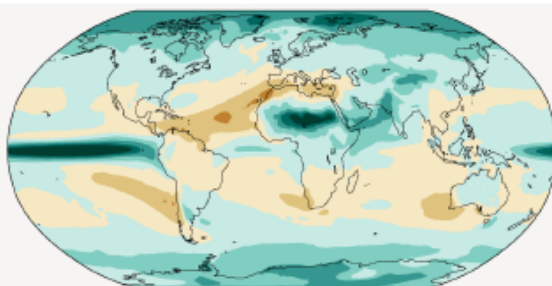
Pour chaque fraction de réchauffement planétaire supplémentaire, les changements sont amplifiés dans chaque région

Changements de précipitations ...

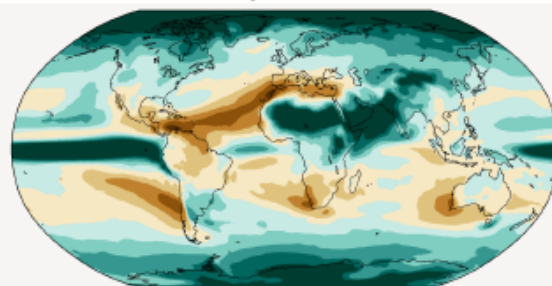
... pour 1,5°C



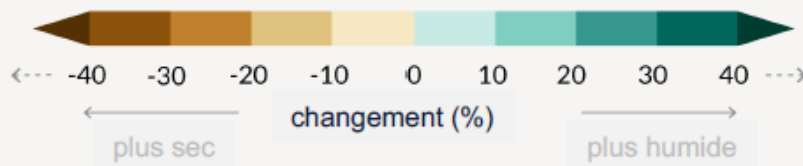
... pour 2°C



... pour 4°C



Certains changements sont faibles en valeur absolue mais apparaissent larges en % dans les régions sèches



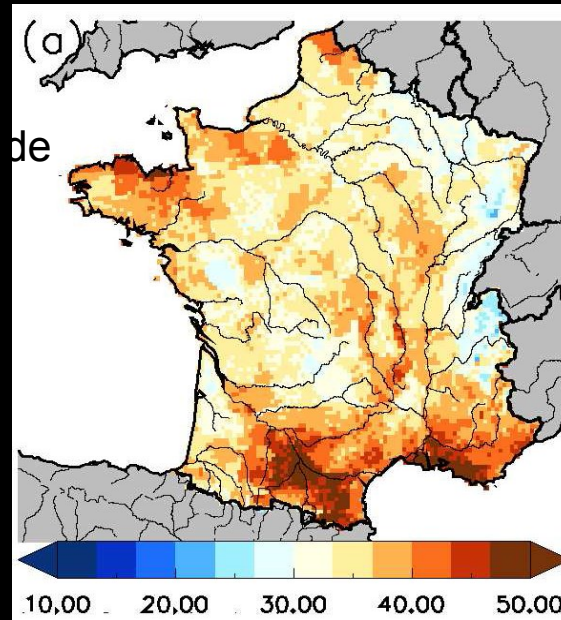
Source: Valérie Masson-Delmotte
vice-présidente du
groupe de travail
du GIEC sur les
bases physiques

Projections climatiques

→ évolution des sécheresses en France vers 2050

Scénario tendanciel

Boé et al., rapport sécheresse 2018



Toutes les études s'accordent sur une augmentation des sécheresses en Europe

→ Chaque ½ degré compte

Actuel

+1°C

+1.5°C

+2°C

+2.5°C

+3°C

Duration

60° N

40° N

(months)

108
84
60
36

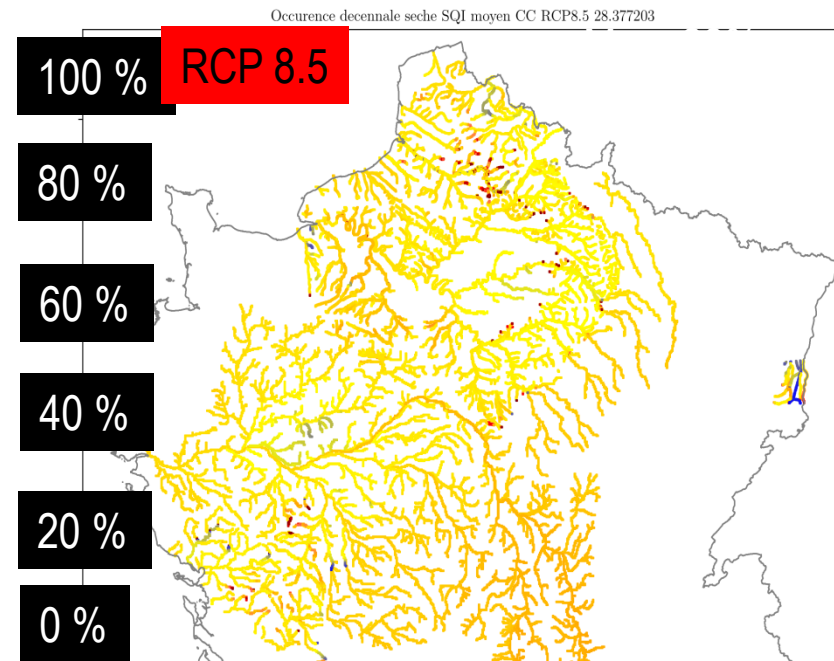
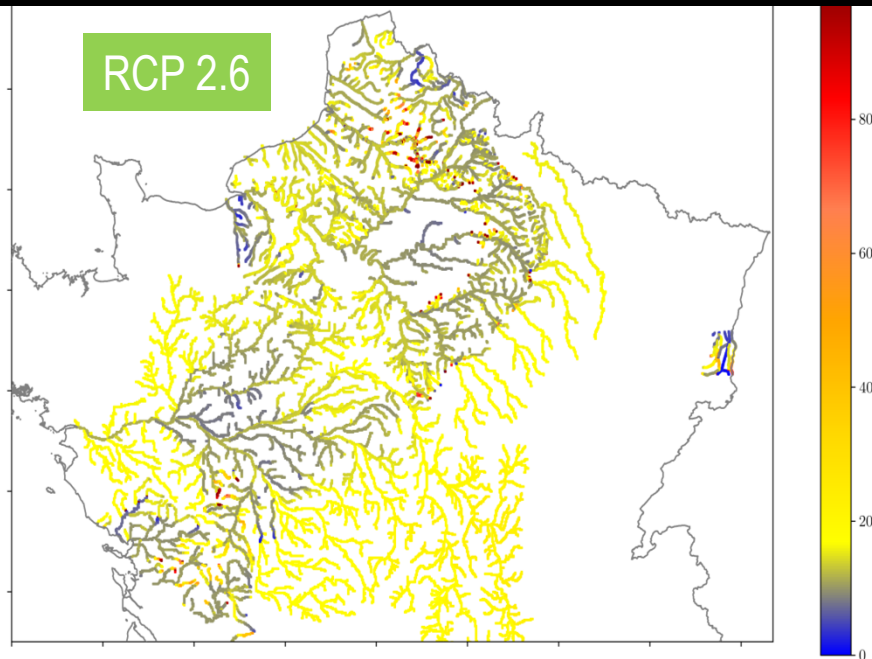
Samaniego et al., 2018

Projections climatiques

→ évolution des sécheresses en rivière France vers 2100

fin de siècle
(2070-2100)

- Augmentation des durées des sécheresses
- Accentuée sur certaines têtes de bassin



Projections climatiques

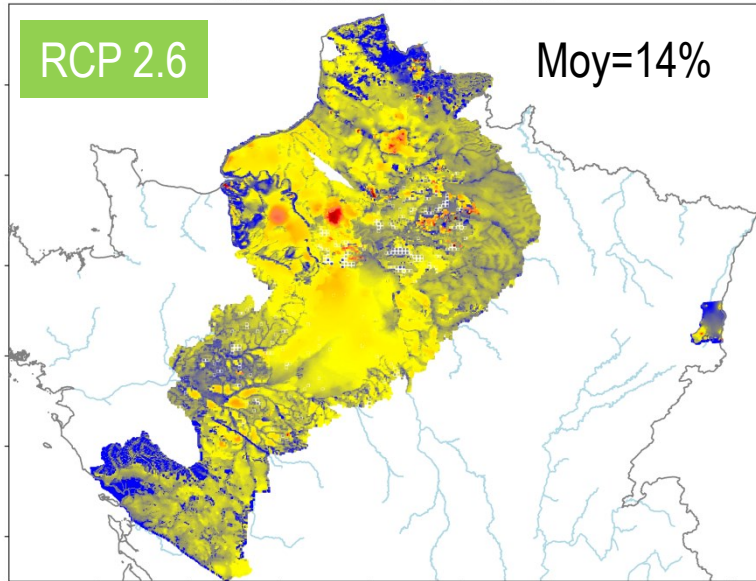
→ évolution des sécheresses en nappe France vers 2100

- Forte augmentation des durées des sécheresses
- Impact visible des zones à forts prélèvements

Occurrence decennale seche moy CC RCP2.6 13.957955

RCP 2.6

Moy=14%

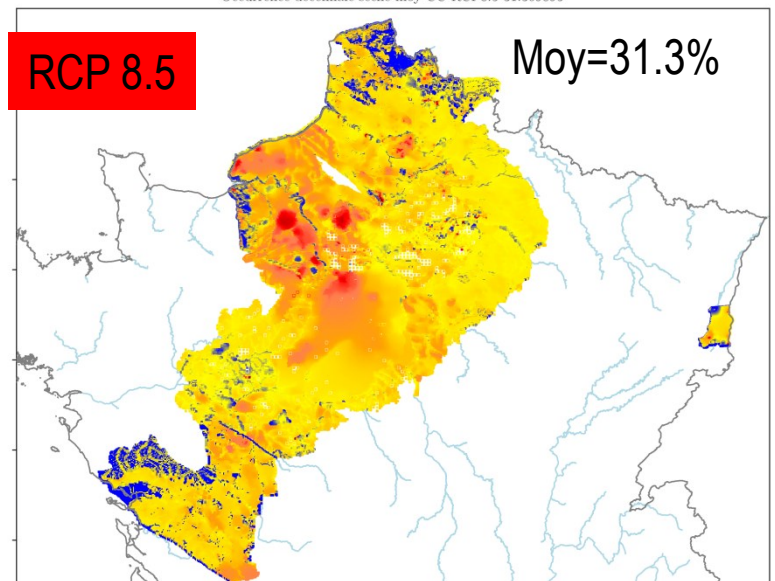


100 %
80 %
60 %
40 %
20 %
0 %

Occurrence decennale seche moy CC RCP8.5 31.309895

RCP 8.5

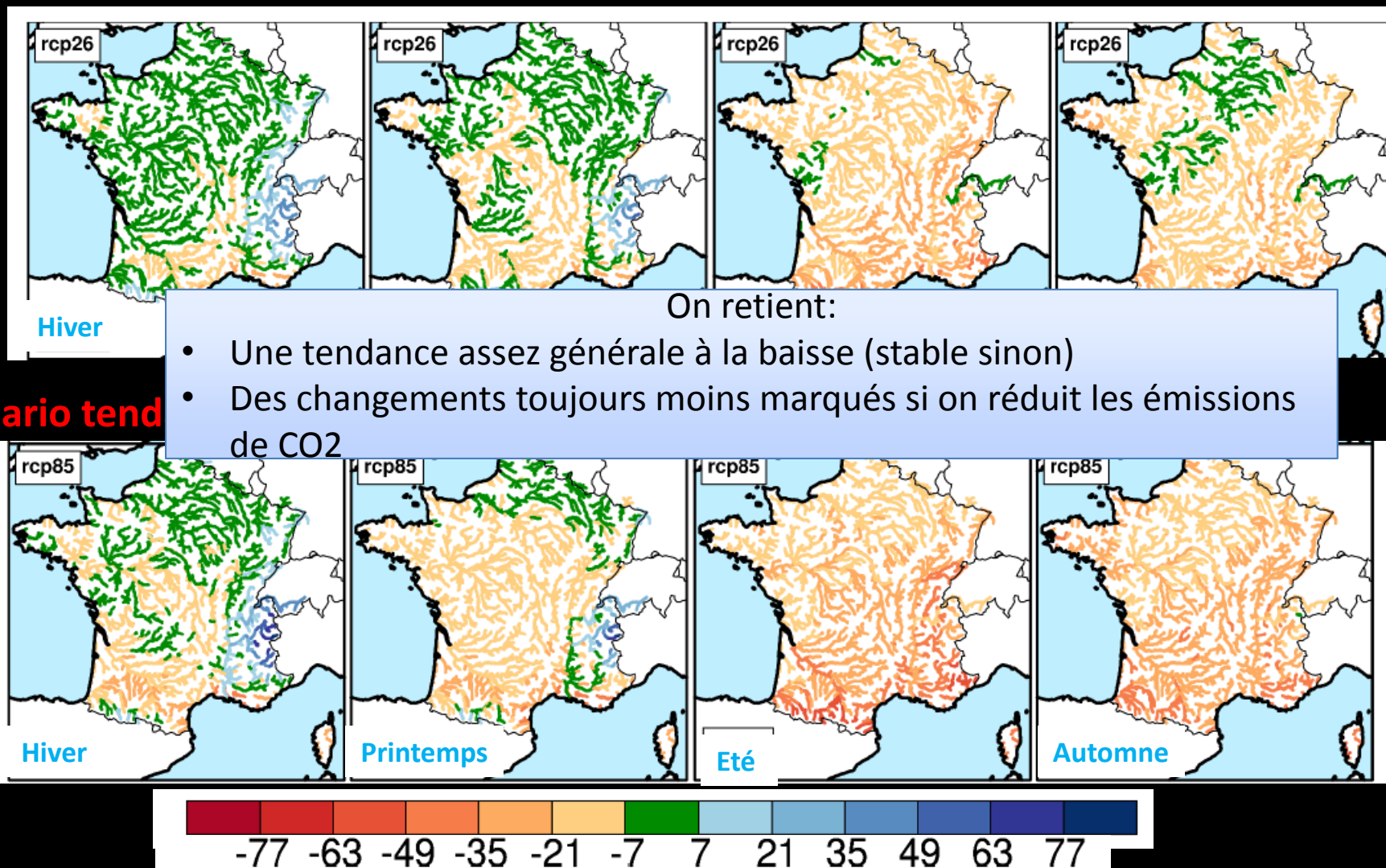
Moy=31.3%



Projections climatiques

→ évolution des débits en France vers 2050

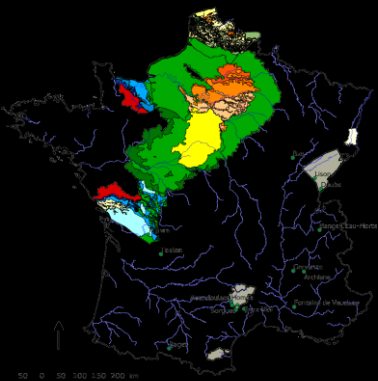
Scénario à 2 °



Evolution de la recharge des nappes par les précipitations et des échanges nappes rivières

En moyenne sur l'espace et sur une période de 30 ans (2070-2100)

	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
	scénario à 2°	scénario modéré	Scénario tendanciel
Evolution recharge par les précipitations	[-7%; 0] ~ -1%	[-30; +8] ~-8%	[-37% ; +7%] ~ -8 %
Evolution nombre de jour de recharge effective	[-7%;+9%] ~ -4%	[-18% ; -4%] ~-10%	[-21% ; -9%] ~-15%
Evolution échange nappe rivière	[-7%; +9%] ~ stable	[-33%; +1%] ~-7%	[-58 %; +12%] ~-6%



Les retenues ne sont pas une solution miracle permettant une adaptation au dérèglement climatique

- **Augmentation des impacts qualitatifs: T°, concentration**
- **Perte par évaporation plus importante**
- **Augmentation du risque de non remplissage (sécheresse longue)**
- **Risque de rupture accentué**
- **Augmentation des impacts sur les débits avals / apports à la mer**

Implication du dérèglement climatique sur les plans d'eau



Les barrages, solution miracle ?

Stocke lors des inondations et restitue en période de sécheresse ?

Outre les nombreux impacts des retenues sur le milieu

- Plus forcément si efficace **pour atténuer les crues**
 - ✓ Les précipitations les plus intenses sont locales: besoin d'être au bon endroit + risque de rupture
 - ✓ Alimentation par pompage rend difficile l'atténuation d'une crue: Une bonne pompe peut extraire $\sim 160 \text{ m}^3/\text{h}$ → Cela correspond à un débit de $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ rien par rapport à une crue (exemple $110 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le Layon à St Lambert du Lattay)

Les barrages, solution miracle ?

Stocke lors des inondations et restitue en période de sécheresse ?

Outre les nombreux impacts des retenues sur le milieu

- Plus forcément si efficace **pour atténuer les crues**
 - ✓ Les précipitations les plus intenses sont locales: besoin d'être au bon endroit + risque de rupture
 - ✓ Alimentation par pompage rend difficile l'atténuation d'une crue: Une bonne pompe peut extraire $\sim 160 \text{ m}^3/\text{h}$ → Cela correspond à un débit de $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ rien par rapport à une crue (exemple $110 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le Layon à St Lambert du Lattay)
- N'évitera pas les impacts sur les débits en été via la réduction des apports de la nappe aux rivières

Les barrages, solution miracle ?

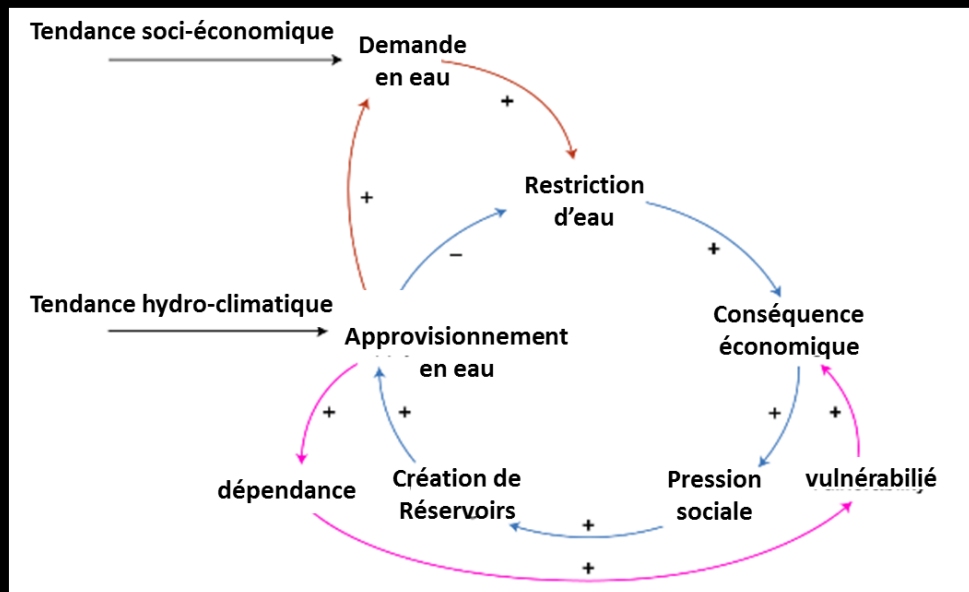
Stocke lors des inondations et restitue en période de sécheresse ?

Outre les nombreux impacts des retenues sur le milieu

- Plus forcément si efficace **pour atténuer les crues**
 - ✓ Les précipitations les plus intenses sont locales: besoin d'être au bon endroit + risque de rupture
 - ✓ Alimentation par pompage rend difficile l'atténuation d'une crue: Une bonne pompe peut extraire $\sim 160\text{m}^3/\text{h}$ → Cela correspond à un débit de $0.04\text{m}^3/\text{s}$ rien par rapport à une crue (exemple $250\text{m}^3/\text{s}$ sur le Clain)
- N'évitera pas les impacts sur les débits en été via la réduction des apports de la nappe aux rivières

De plus Cercle vicieux / Verrouillage technique

→ l'augmentation de l'offre conduit à une hausse de la demande et à une vulnérabilité plus élevée



. Quelles solutions pour réduire la tension sur l'eau ?

Diminuer l'usage de l'eau

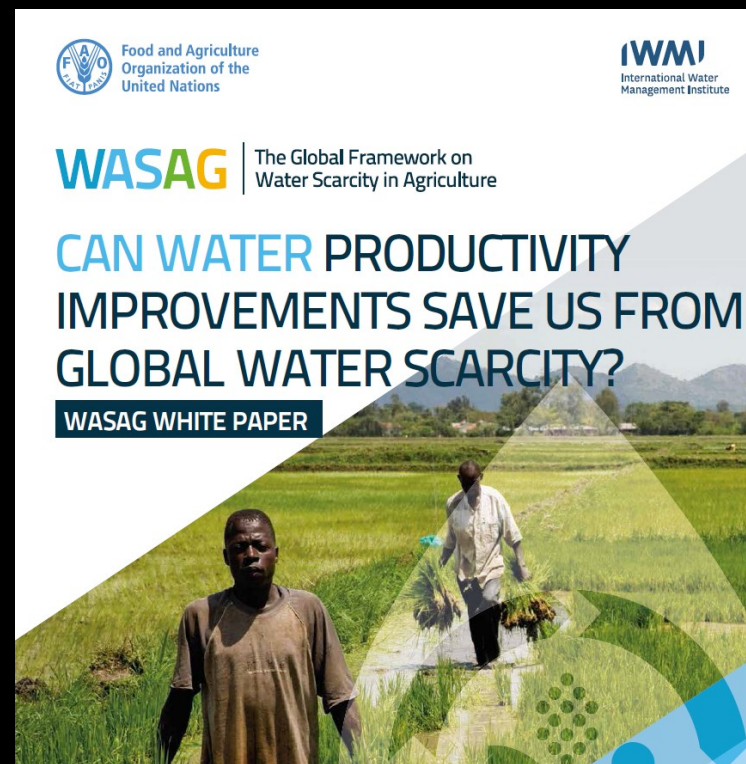


Diminuer les prélèvements pour irrigation?

Possible avec des solutions techniques telles que le goutte à goutte

Mais....

Diminuer l'usage de l'eau



Mais l'expérience montre que les économies d'eau réalisées par les solutions techniques ne profitent pas aux bassins versants car :

- Les surfaces irriguées augmentent
- La valeur ajoutée des cultures augmente

« Il est nécessaire de donner des limites de consommation soutenables à l'actuelle et dans le futur »

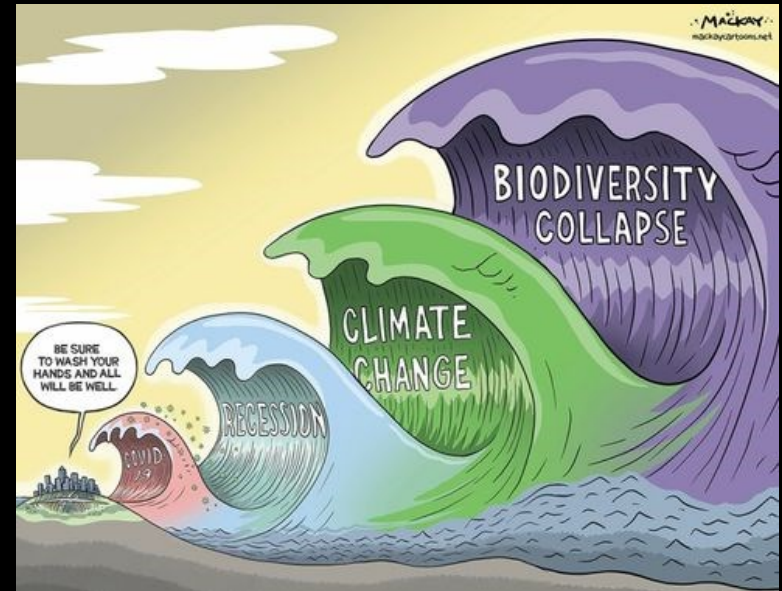
Yu et al, 2021, "CAN WATER PRODUCTIVITY IMPROVEMENTS SAVE US FROM GLOBAL WATER SCARCITY ?," *White Pap. 1*. FAO, 2021.

CONCLUSIONS

Il n'y a pas de solutions uniques aux problèmes posés par le dérèglement climatique

Les solutions doivent multiplier les co-bénéfices:

- Pour l'atténuation du changement climatique
- La préservation de la biodiversité
- La réduction des pollutions
- La préservation des sols



CONCLUSIONS

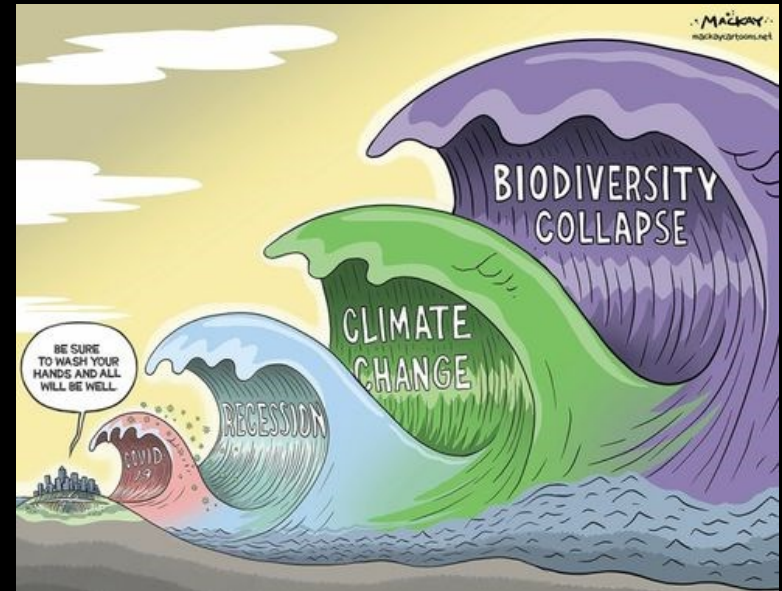
Il n'y a pas de solutions uniques aux problèmes posés par le dérèglement climatique

Les solutions doivent multiplier les co-bénéfices:

- Pour l'atténuation du changement climatique
- La préservation de la biodiversité
- La réduction des pollutions
- La préservation des sols



Hoover, est à un niveau particulièrement bas, en raison de sécheresses exceptionnelles, ici le 19 juillet. (Patrick T. Fallon / AFP)



La construction de nouveaux plans d'eau ne devrait pas être utilisée comme 1^{re} solution
A l'inverse, elle doit intervenir après une remise en question globale du fonctionnement local