



# « Forêt, sol et eau, des alliés naturels »



*Hôtel du Département, Marseille  
24 & 25 avril, 2023*

*Séminaire : « Les chemins de l'eau et le changement climatique,  
outils et gestion adaptative des forêts méditerranéennes »*

**Forêt et cycle de l'eau (quantité/qualité)  
Le point de vue de l'hydrologue (échelle du massif / bassin  
versant)**

**P. LACHASSAGNE, Hydro(géo)logue  
HydroSciences Montpellier  
[patrick.lachassagne@umontpellier.fr](mailto:patrick.lachassagne@umontpellier.fr)**



**UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER**



## 0. Sommaire

1. « Fonctions » assurées par la forêt... Et eau
2. Fondamentaux d'hydrologie (forestière)
3. Forêt et hydrologie :
  - La forêt ne fait pas pleuvoir
  - La forêt peut réduire le ruissellement
  - La forêt réduit la pluie efficace et la « ressource en eau »
  - Forêt et qualité des eaux. Effets bénéfiques, mais...
4. Conclusions



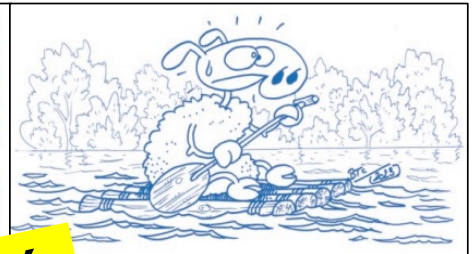


## 1. « Fonctions » assurées par la forêt... Et eau

- ... production, carbone, biodiversité, récréation... érosion, ...
- On lit aussi (cycle de l'eau) :

1 - Séminaire : « Les chemins de l'eau et le changement climatique, outils et gestion adaptative des forêts méditerranéennes »

Lundi 24 et mardi 25 avril 2023 - Marseille  
Hôtel du Département (Bouches-du-Rhône)



les services apportés par la forêt et le sol forestier (EPA, 2015)

Faire mieux connaître et réhabiliter le rôle des sols forestiers (EPA, 2015) dans le stockage et la circulation de l'eau.

- « la forêt fait ... »
- « l'éponge » elle capterait l'eau et la restituerait ensuite aux cours d'eau et aux nappes d'eau souterraine...
- ... elle favoriserait la recharge des nappes...
- ... elle préserverait la qualité des eaux souterraines...

➔ Qu'en est-il vraiment ? Que dit l'« HydroScience » ?





## 2. Fondamentaux d'hydrologie (forestière) 1/2

1 Pluie



2 Interception & évapotranspiration



4 Ruissellement



5 Recharge



**« Pluie efficace » = eau disponible pour les écoulements = usages anthropiques + écosystèmes**

5



4

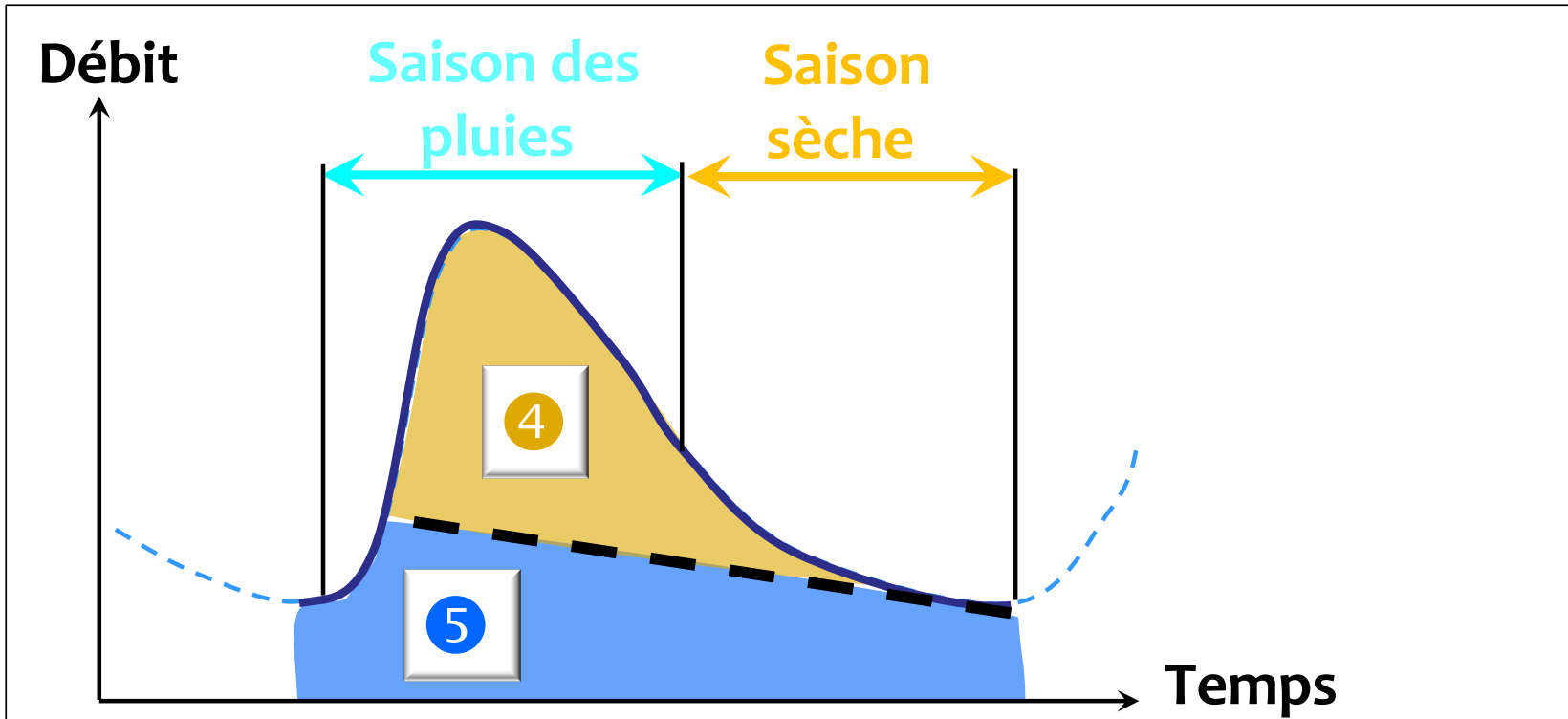


3 Peff





## 2. Fondamentaux d'hydrologie (forestière) 2/2



**En saison sèche : eau des rivières = eau souterraine  
 = recharge des nappes**



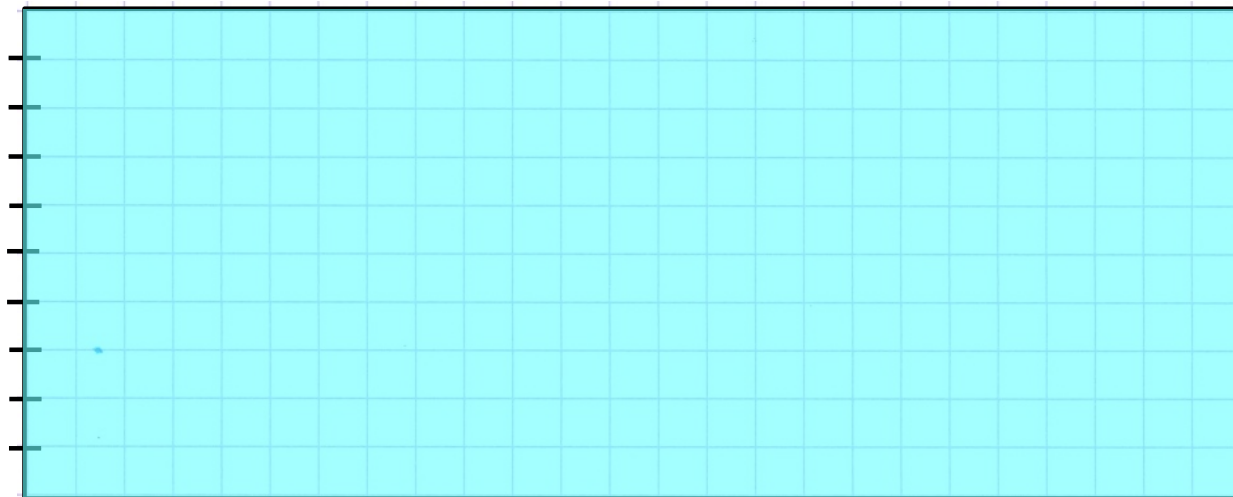


### 3.1. Forêt et Hydrologie : la forêt ne fait pas pleuvoir

1 Pluie



→ La forêt ne fait pas pleuvoir



**Les coupes forestières ne réduisent pas la pluviométrie et, inversement, la reforestation n'augmente pas la pluviométrie (à l'échelle de bassins versants <= Amazonie/Congo !)**  
→ A l'exception des « précipitations » occultes (forêts de nuages)



## 3.2. Forêt et Hydrologie : la forêt peut réduire le ruissellement

### 4 Ruissellement



→ La forêt peut réduire le ruissellement



4

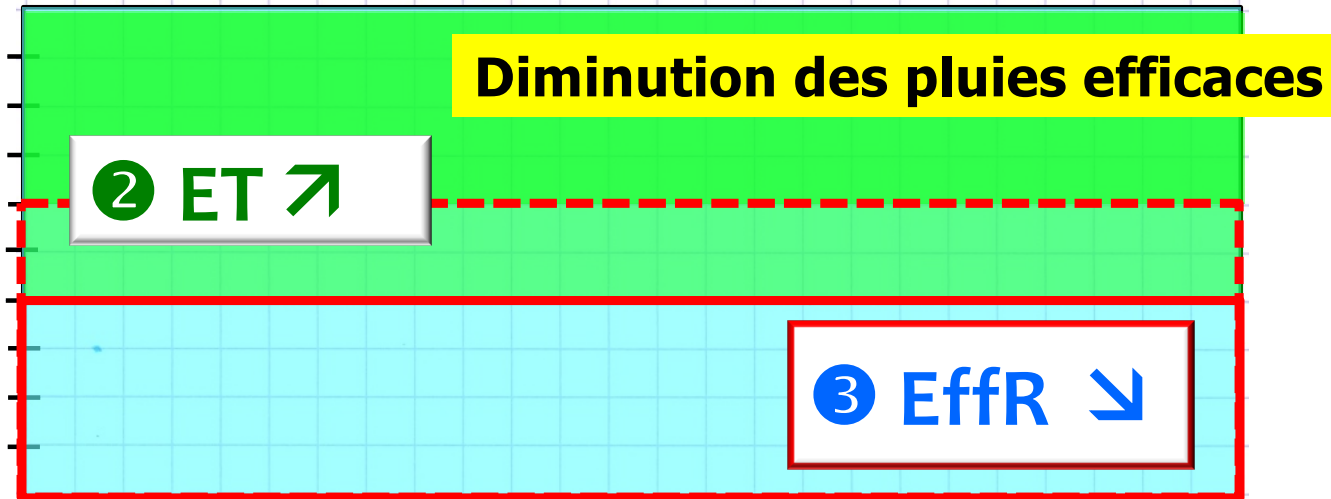
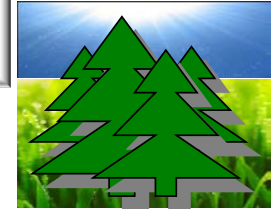


- ↗ Pics (crues) suite à déforestation = petits bassins versants (<math><10 \text{ km}^2</math>) et événements pluvieux faibles à moyens
- Principaux déterminants des crues à plus grande échelle = pluviométrie (volume et intensité), pluie antérieure et géomorphologie (pente) et non type de végétation
- La forêt ne prévient pas l'érosion = condition de surface des sols + couverture (herbacée)

### 3.3. Forêt et Hydrologie : la forêt réduit la pluie efficace

② Interception & évapotranspiration

③ Pluie efficace

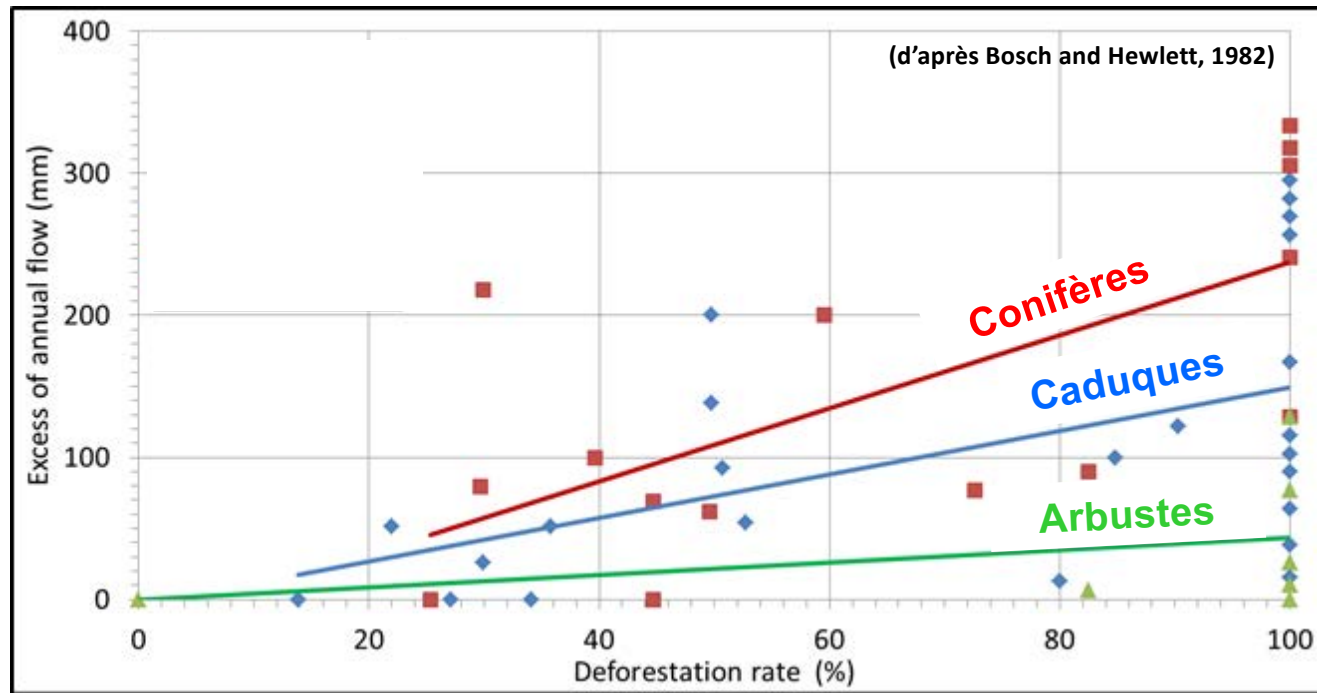


- Interception = évapotranspiration = végétation + climat
- Interception : forêt > autres occupations du sol (landcover)
- Evapotranspiration : forêt > : (1) feuillage plus développé (que autres végétaux), (2) rugosité (turbulence atmosphérique), (3) couleur sombre des feuilles, (4) exploration racinaire > (voire pompage en nappe)





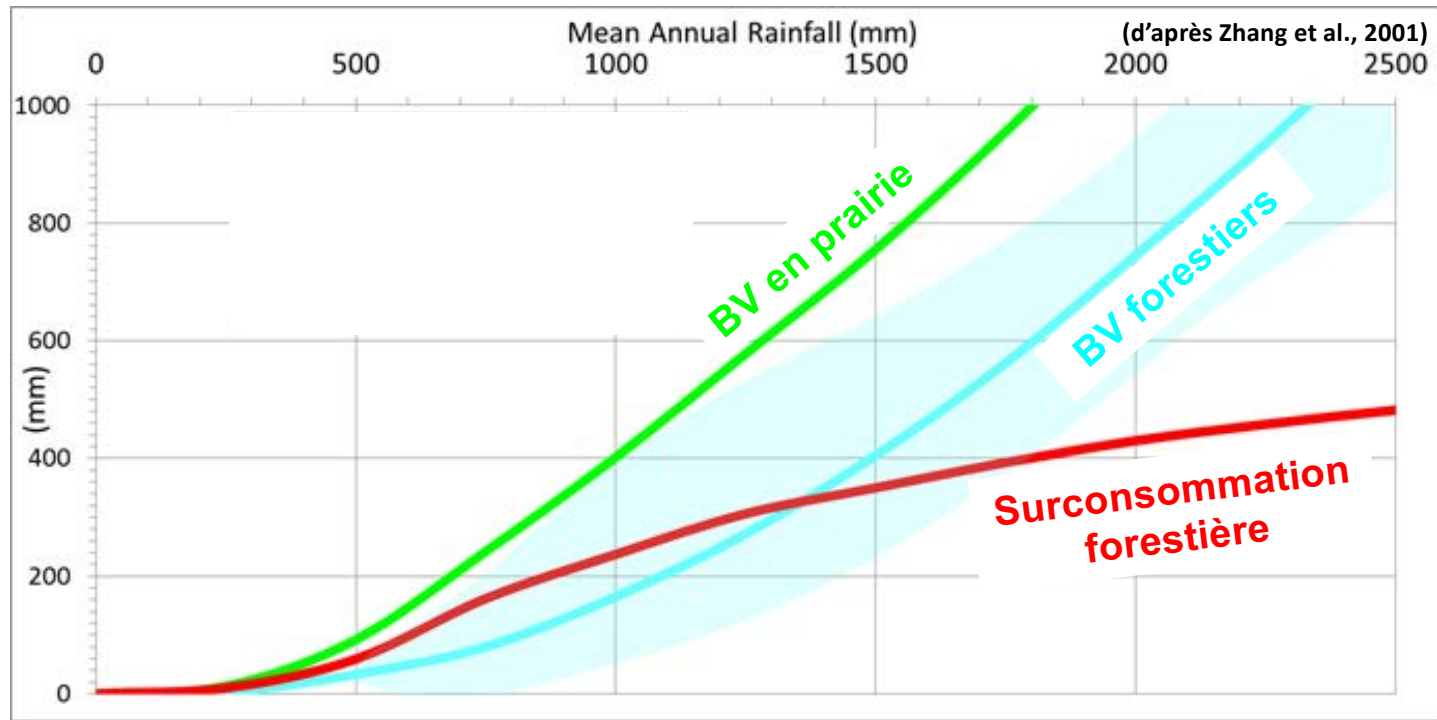
### 3.3. Forêt et Hydrologie : la forêt réduit la pluie efficace → Inversement le déboisement augmente les écoulements (↗ pluie efficace)



- Déboisement = ↗ écoulement annuel, proportionnel au taux de déboisement
- Evapotranspiration : conifères > feuillus > arbustes
- ↗ écoulement annuel augmente avec précipitations : qqes % → ~20%

### 3.3. Forêt et Hydrologie : la forêt réduit la pluie efficace → « Surconsommation » forestière d'eau

Pluie efficace



→ Même une conversion de 100% du ruissellement en recharge ne compense pas le surcroît d'évapotranspiration  
 Les deux arguments (reduction crues et ressource en eau) ne peuvent pas être utilisés ensemble

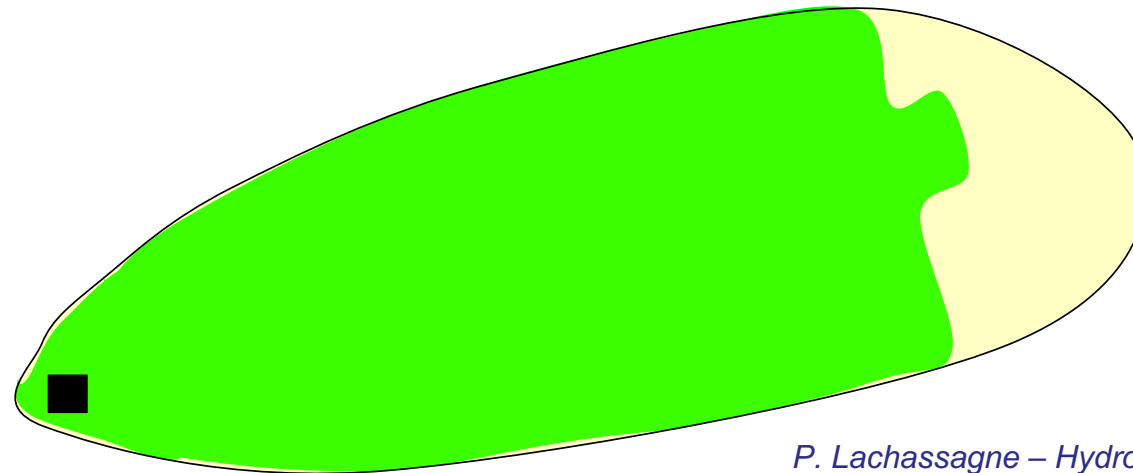
### 3.4. Forêt et Hydrologie : qualité des eaux

- La forêt ne joue pas particulièrement un rôle protecteur mais :  
Effet bénéfique  
→ interventions en forêt bcp moins fréquentes qu'en milieu agricole : phytosanitaires, nitrates...



- Protection des captages efficace :
- à condition que la surface concernée soit significative (dilution)
- ne pas sous-estimer la durée du retour au bon état (décennies)

Captage



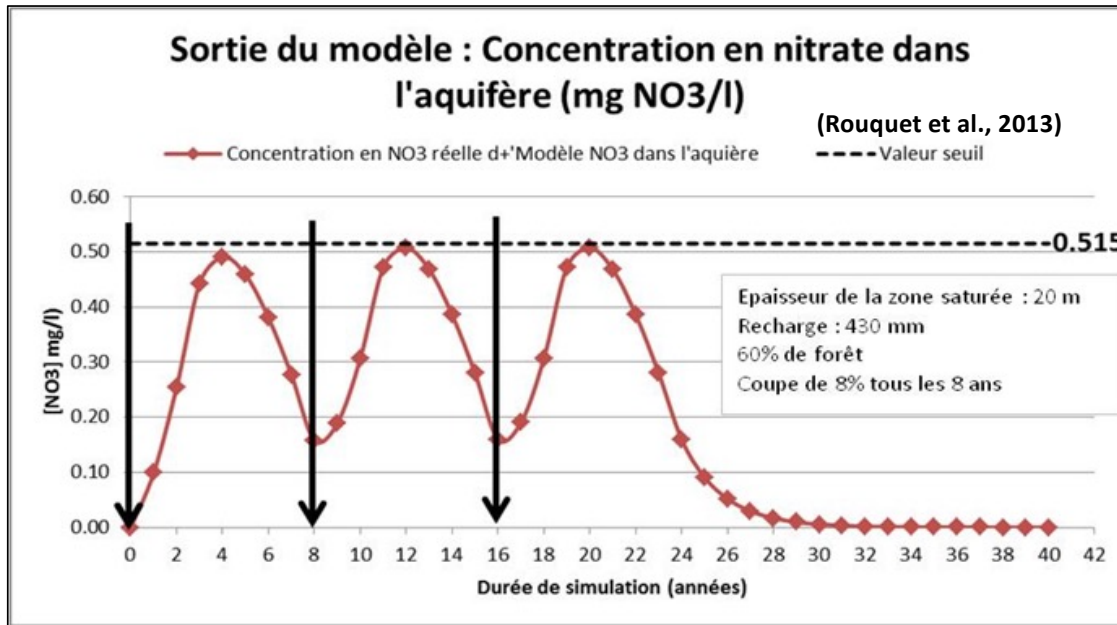
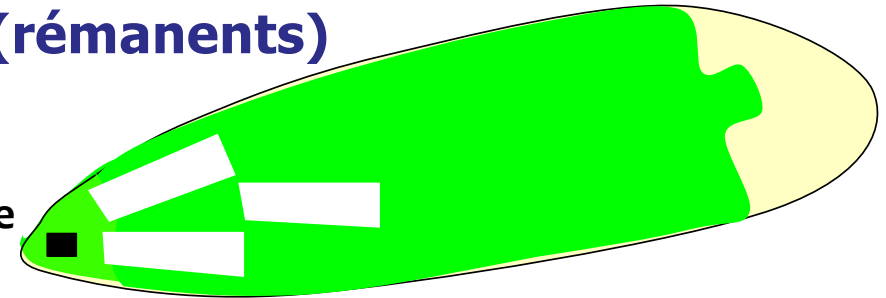
### 3.4. Forêt et Hydrologie : qualité des eaux



#### Augmentation temporaire des teneurs en nitrates après coupes (rémanents)

- proportionnelles à la coupe (S)
- peut être géré

Captage



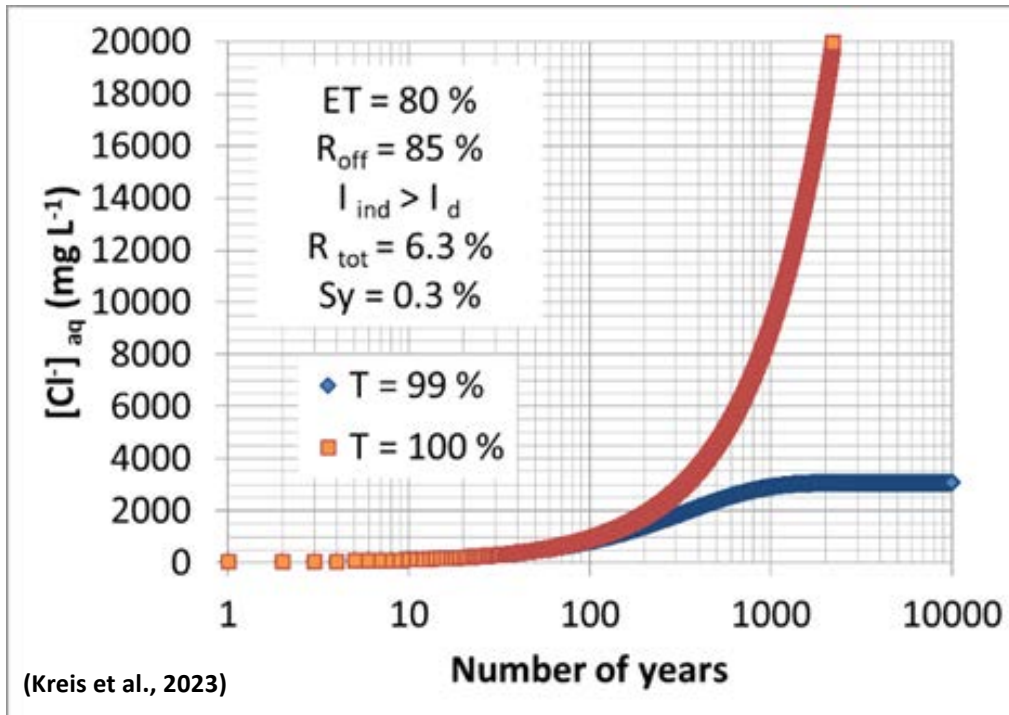


### 3.4. Forêt et Hydrologie : qualité des eaux



Milieus arides et semi-arides :  
→ salinisation des eaux

Ex : Nordeste brésilien : « pompage et évapotranspiration »



- Effets de « bascule »
- Contexte semi-aride
- Milieux cristallins
- Essences « adaptées »

## 4. Forêt et Hydrologie : en CONCLUSION

- Atouts de la forêt
- Forêt et hydrologie :
- Bénéfices : qualité, érosion...
- Impacts : ressource en eau

- Rationalité « EAU » / appel aux hydrologues, notamment :
  - Coupes / reboisements importants (vs surface BV : rivière - captage)
  - Climat « sec » (méditerranéen...)
  - Types d'essences (caduques/pérennes, adaptées au prélèvement en nappe...)
  - Changement climatique : ↗ période végétative
  - Sensibilité des bassins versants (reforestation) :
    - sols épais (éponge...)
    - fort Ruissellement (ex : granites/schistes sur fortes pentes) :  
Compensation partielle des impacts sur la ressource en eau
    - faible Ruissellement (ex : sables, r. volcaniques, altérations..., faibles pentes) : pas de compensation des impacts sur la ressource en eau
- Hydrologues : outils/compétences/données pour aider les forestiers



*Hôtel du Département, Marseille  
24 & 25 avril, 2023*

***Séminaire : « Les chemins de l'eau et le changement climatique,  
outils et gestion adaptative des forêts méditerranéennes »***

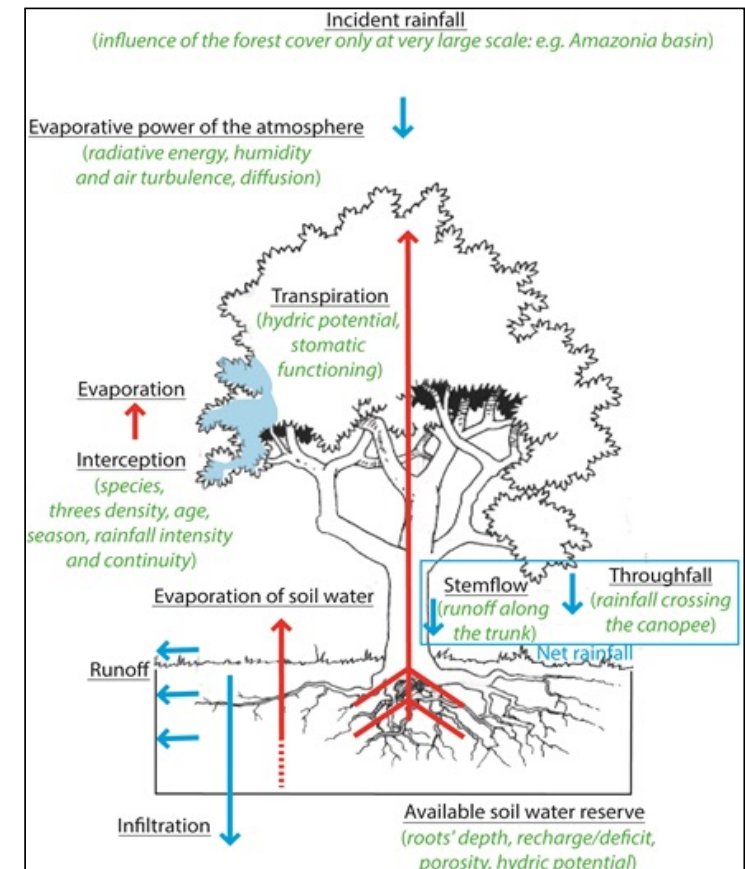
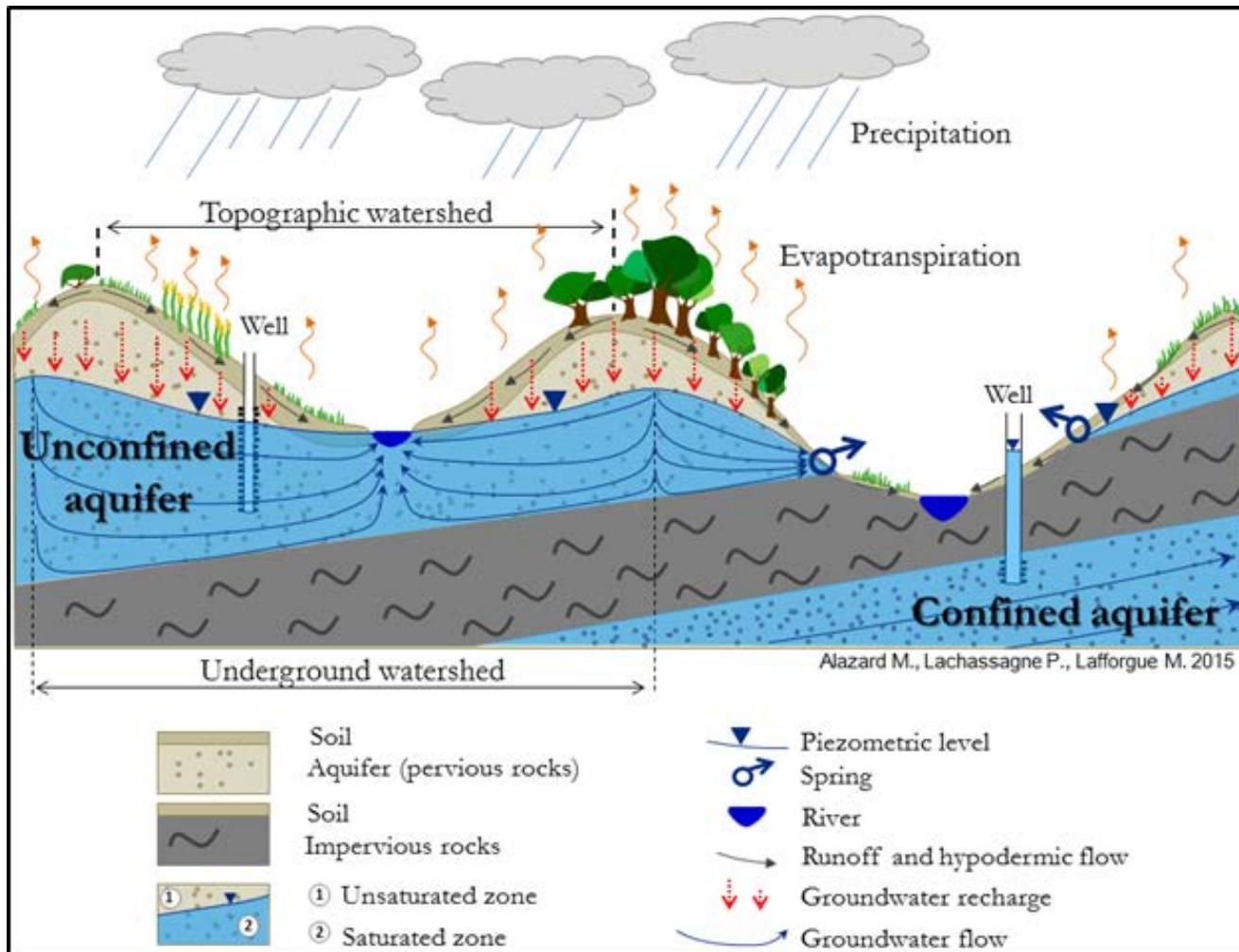
**Forêt et cycle de l'eau (quantité/qualité).  
Le point de vue de l'hydrologue (échelle du massif / bassin versant)**

## **Questions - Discussion**

**P. LACHASSAGNE, Hydro(géo)logue  
HydroSciences Montpellier  
[patrick.lachassagne@umontpellier.fr](mailto:patrick.lachassagne@umontpellier.fr)**



**UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER**



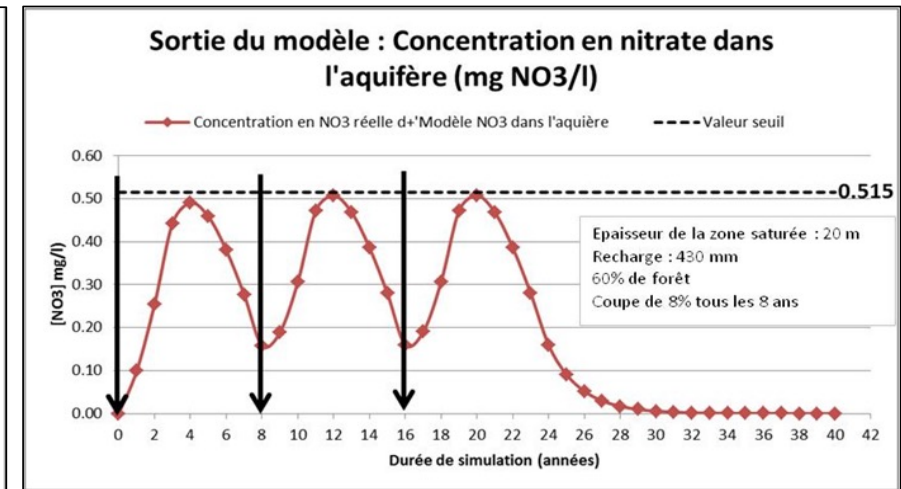
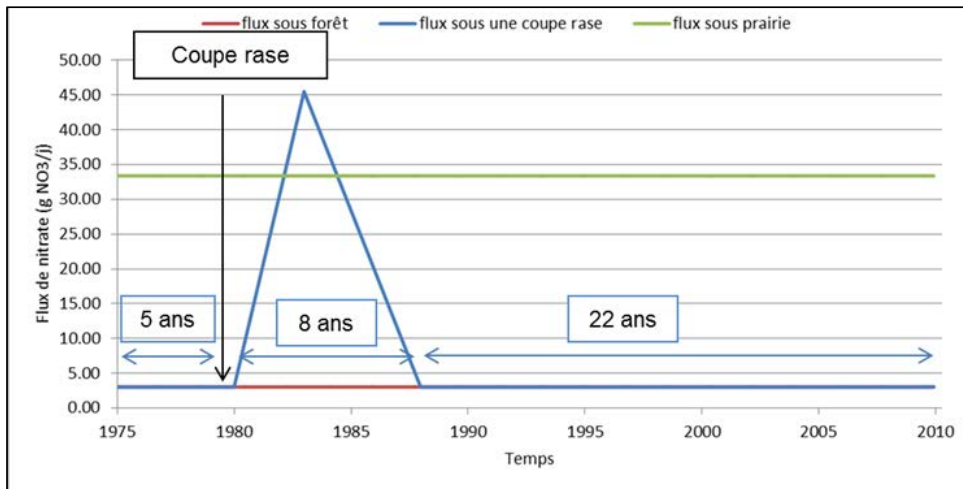
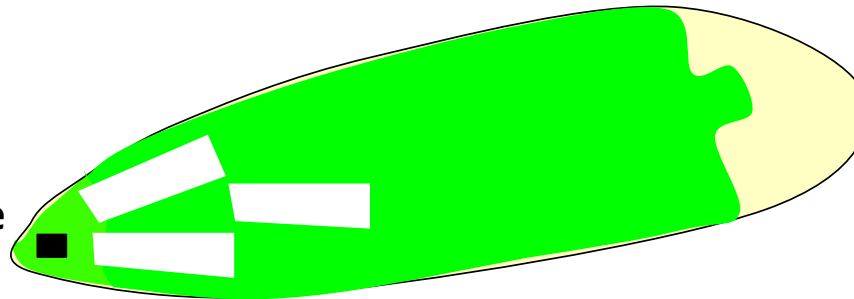


### 3.4. Forêt et Hydrologie : qualité des eaux

## Augmentation temporaire des teneurs en nitrates après coupes (rémanents)

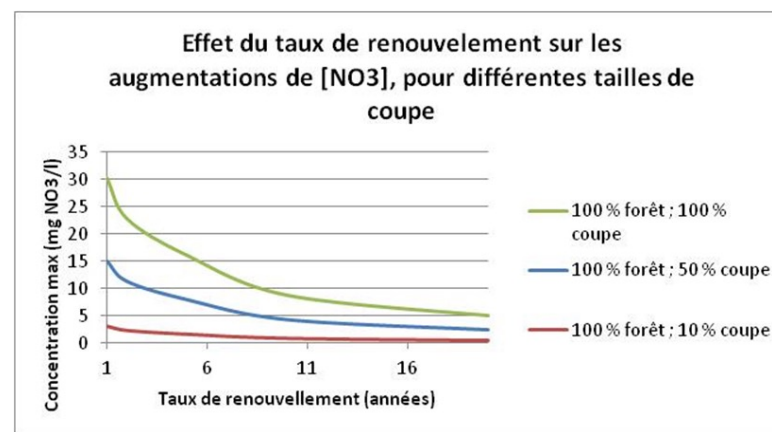
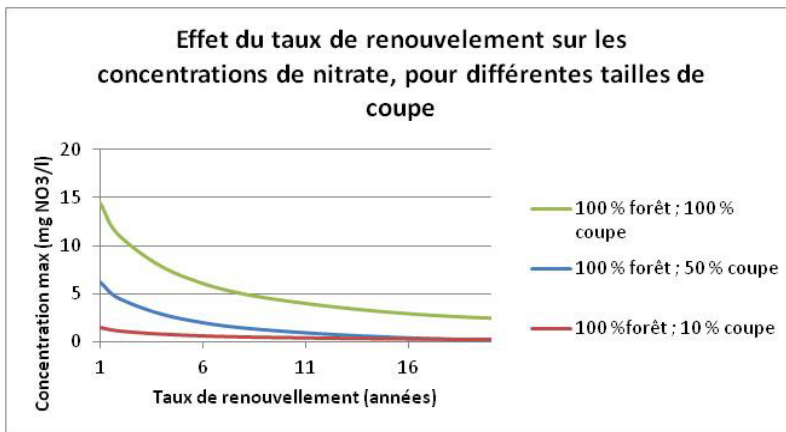
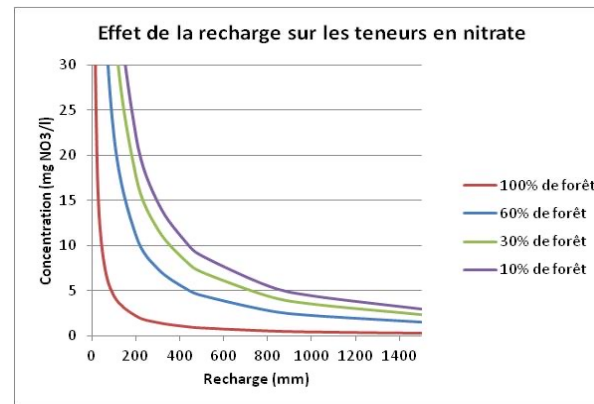
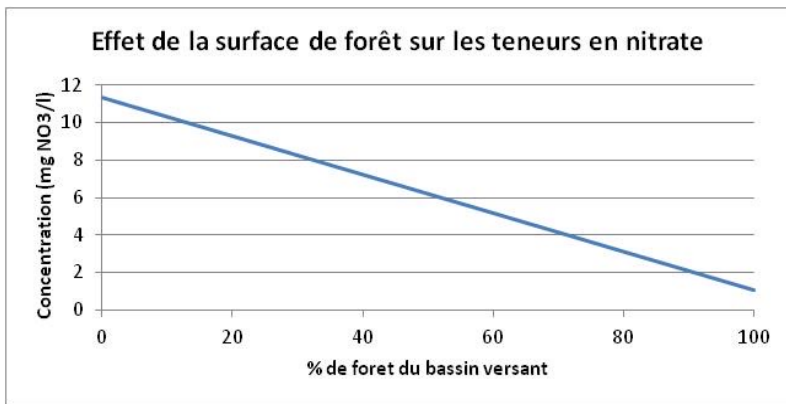


Captage





### 3.4. Forêt et Hydrologie : qualité des eaux

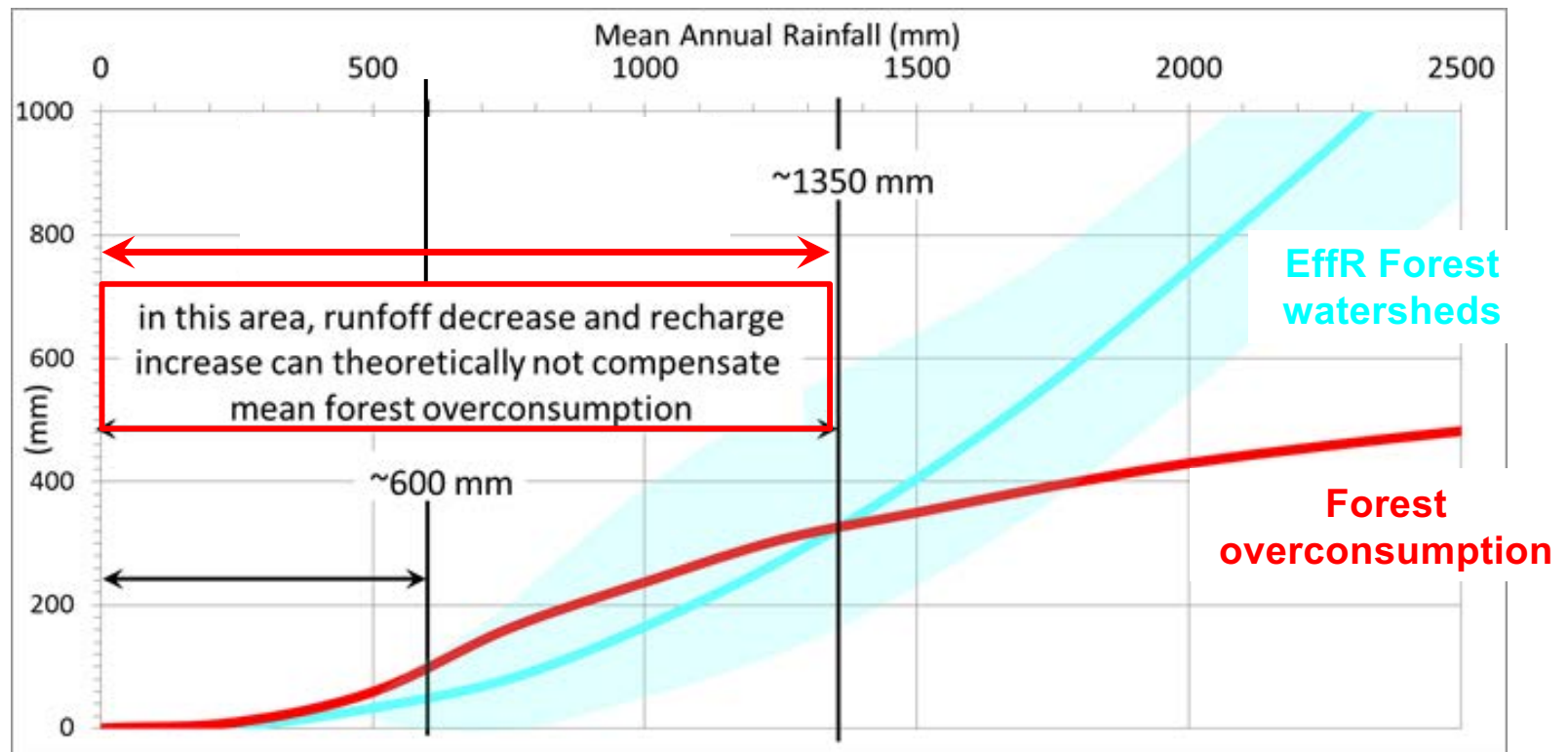


Re = 400 mm

Re = 200 mm

### 3.3. Forêt et Hydrologie : la forêt réduit la pluie efficace → Surconsommation forestière

Pluie efficace

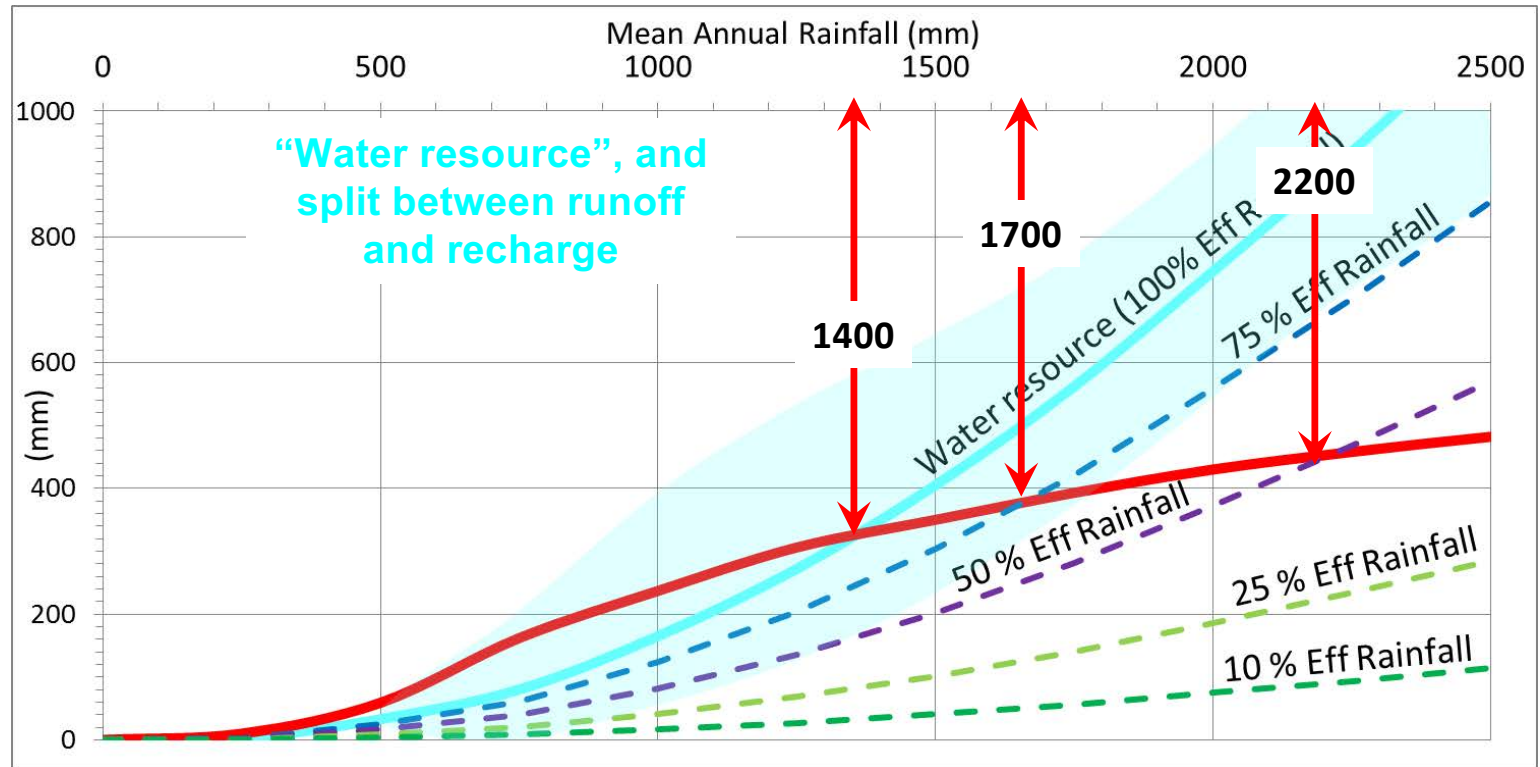


- Even if 100% runoff before planting is transformed into 100% recharge after planting...
- Below 600 mm, even in the most favorable cases



### 3.3. Forêt et Hydrologie : la forêt réduit la pluie efficace → Surconsommation forestière

Pluie efficace

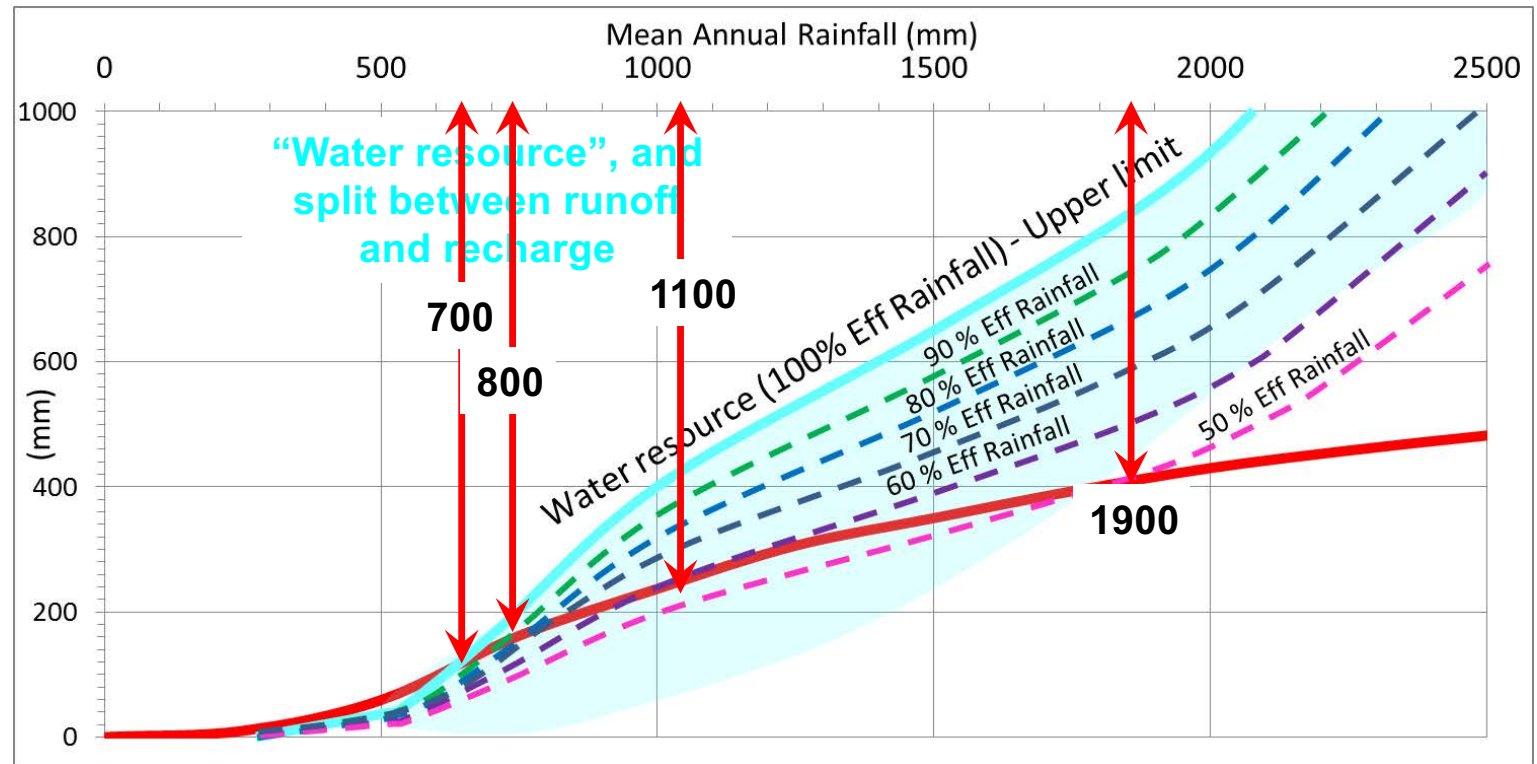


- Compensation of overconsumption only for very high annual rainfall (if runoff was 100% rainfall before reforestation... Rather unlikely)



### 3.3. Forêt et Hydrologie : la forêt réduit la pluie efficace → Surconsommation forestière

Pluie efficace



- The results are similar even in the most favorable cases
- and again, if runoff was 100% rainfall before reforestation...



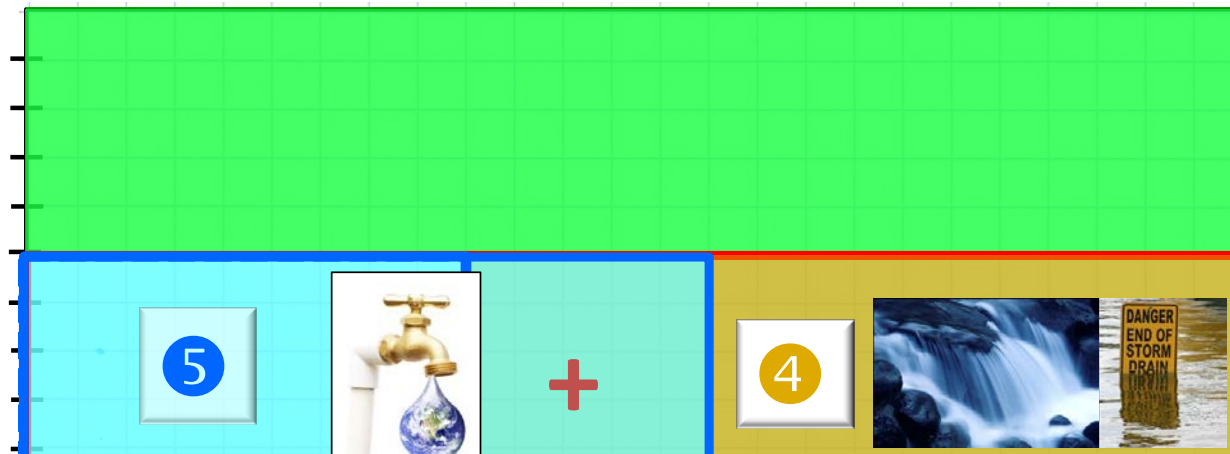


### 3.2. Forêt et Hydrologie : la forêt peut réduire le ruissellement



④ Surface Runoff

⑤ And may (or not) increase recharge



- Forest may increase recharge to the soil but  $\neq$  aquifer recharge/Water resource
- Reforestation decreases base (low) flow. Mostly noticeable in small basins
- Impact of reforestation of catchments with heavily compacted soils depends on the trade-off between the increase in rainwater infiltrated and increase in evapotranspiration



### 3.3. Forêt et Hydrologie : la forêt réduit la pluie efficace → Surconsommation forestière

- Increase in recharge (decrease in runoff) rarely compensates forest “overconsumption”
- A case by case study is required, and precise computation of the impact of forest requires a hydrological modelling approach:
  - impact higher in tropical countries (year long ET)
  - impact overgreen trees > deciduous (LAI)
  - groundwater fed trees: higher ET
- Main hydrological and hydrogeological configurations that favor or impede recharge:
  - high reserves/deep soils: higher ET
  - watersheds with significant runoff before reforestation – partial compensation of forest impact: granites, schists with no storage capacity
  - watersheds with low runoff – no compensation of forest impact: gentle slopes, permeable subsoil (sandy, volcanic...)

