



Colloque scientifique « SANTECOFOR – Santé des
écosystèmes forestiers : Enjeux de société »



**DYNAMIQUE D'OCCUPATION DES SOLS EN
AMAZONIE BOLIVIENNE ; UNE APPROCHE DE
MODÉLISATION SOCIO-ÉCOLOGIQUE DE LA
DÉFORESTATION**

Molina-Vargas Rafaela M., Gounand Isabelle, Lafuite Anne-
Sophie, Thébault Elisa



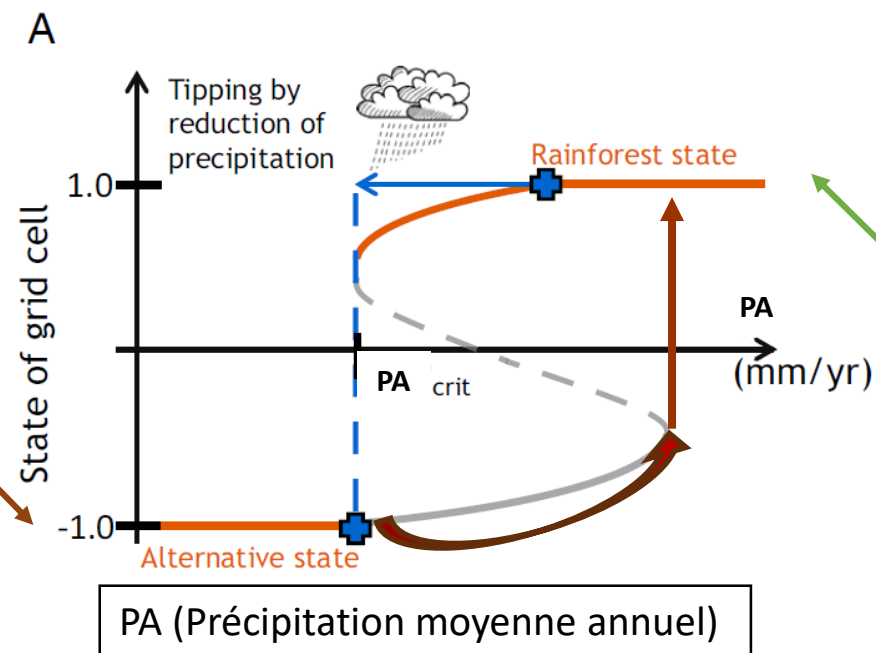
2023



01

Forêt amazonienne et déforestation

Le risque du tipping point



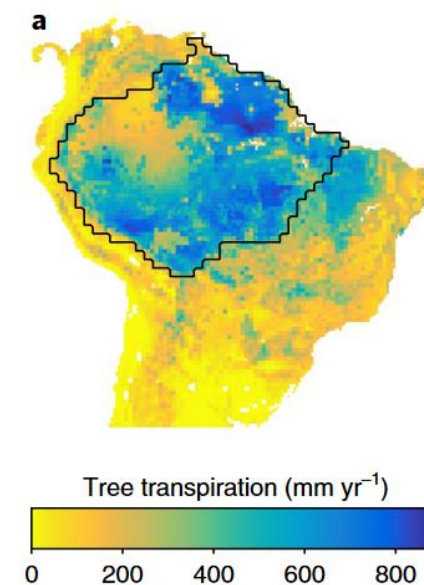
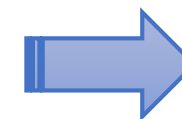
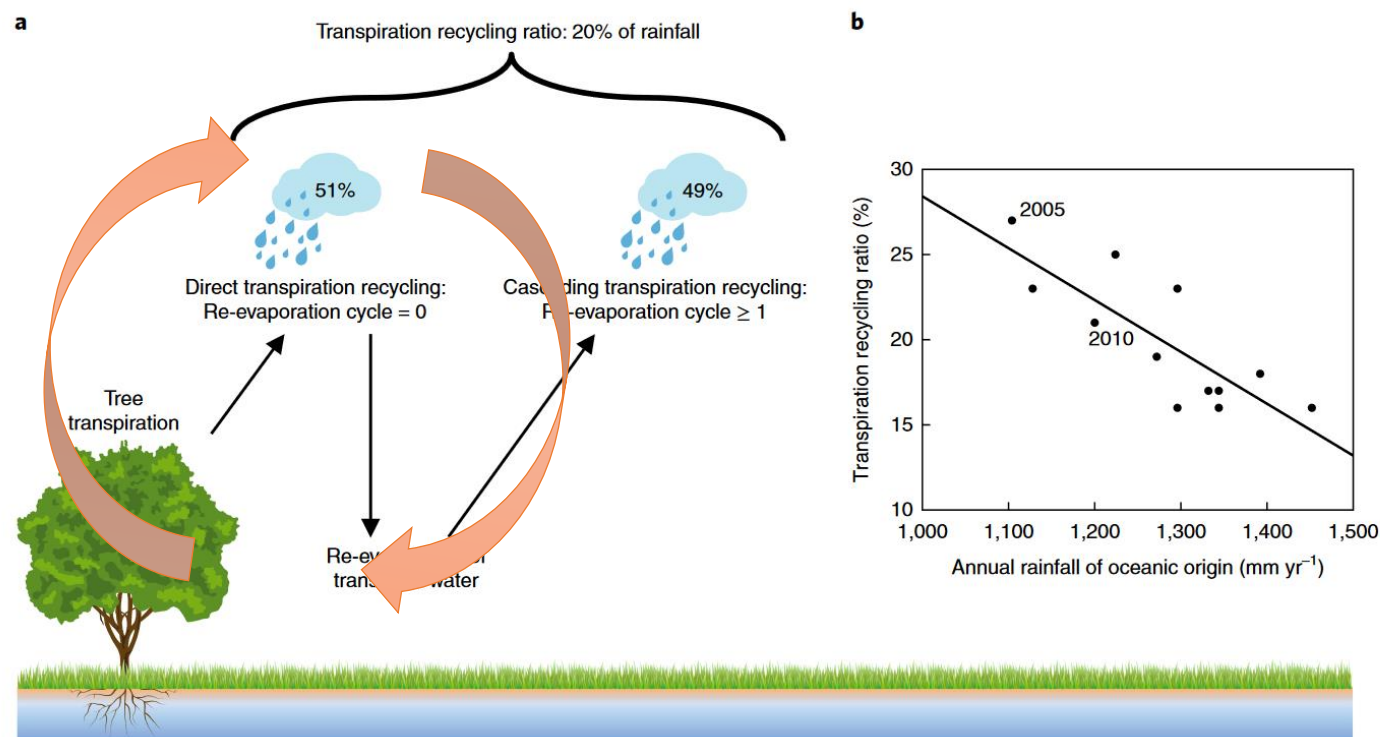
Les tipping points ou points de basculement sont des seuils critiques à partir desquels le système ne peut plus se maintenir dans le temps tel qu'il est.

01

Forêt amazonienne et déforestation

La rétroaction forêt – climat

Elle est fondamentale pour la résilience des forêts



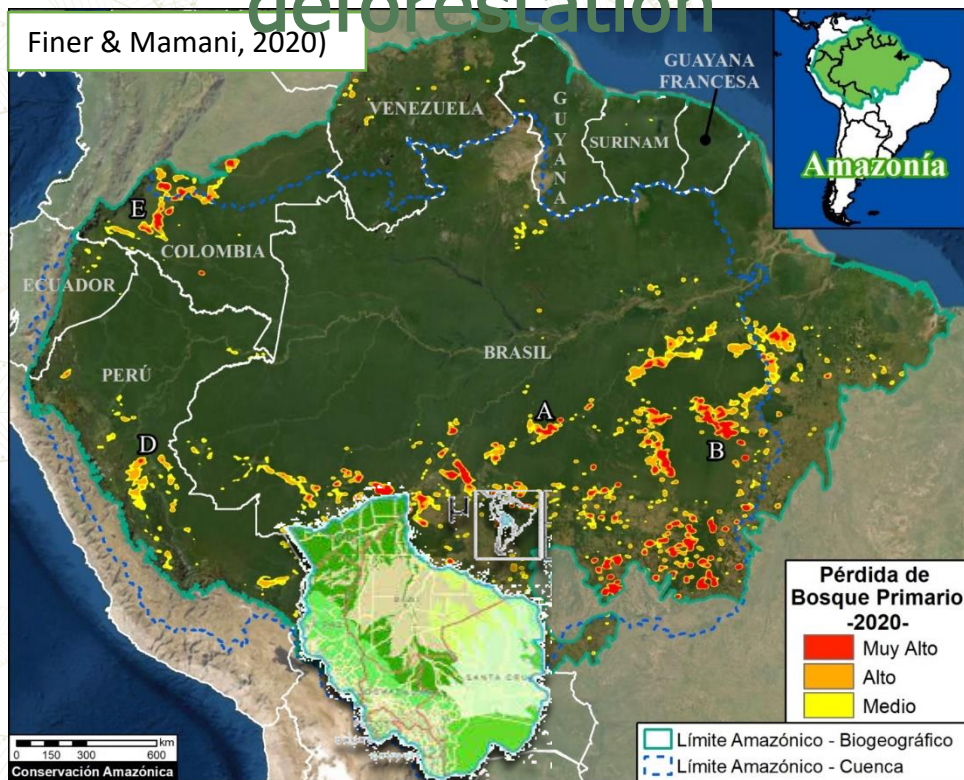
Une de raison car il existe un tipping point est la rétroaction, le feedback positive entre la forêt-climat.

(Staal et al. 2018)

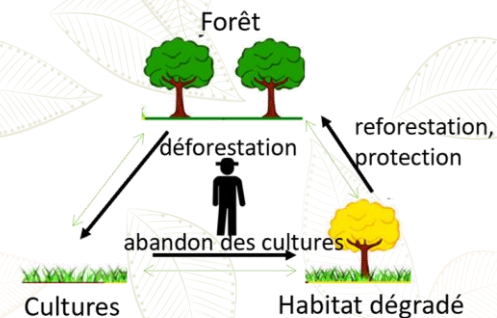


01

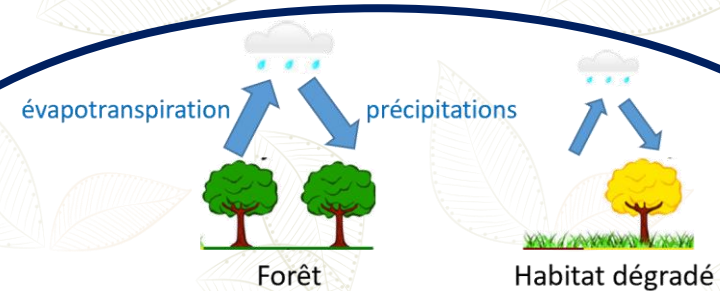
Forêt amazonienne et déforestation



Perte de forêt



Dynamiques socio-économiques

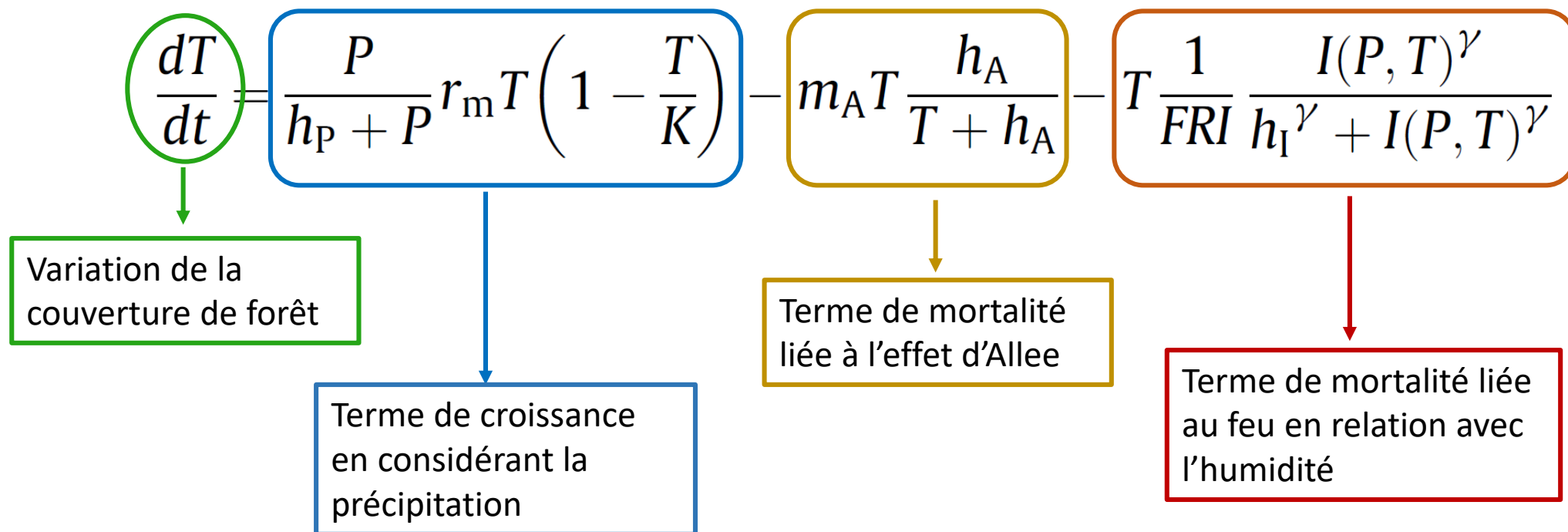


Interactions écologiques et climatiques

Comprendre la dynamique d'occupation du sol est fondamentale pour la conservation de l'Amazonie

Modélisation de la rétroaction forêt - climat

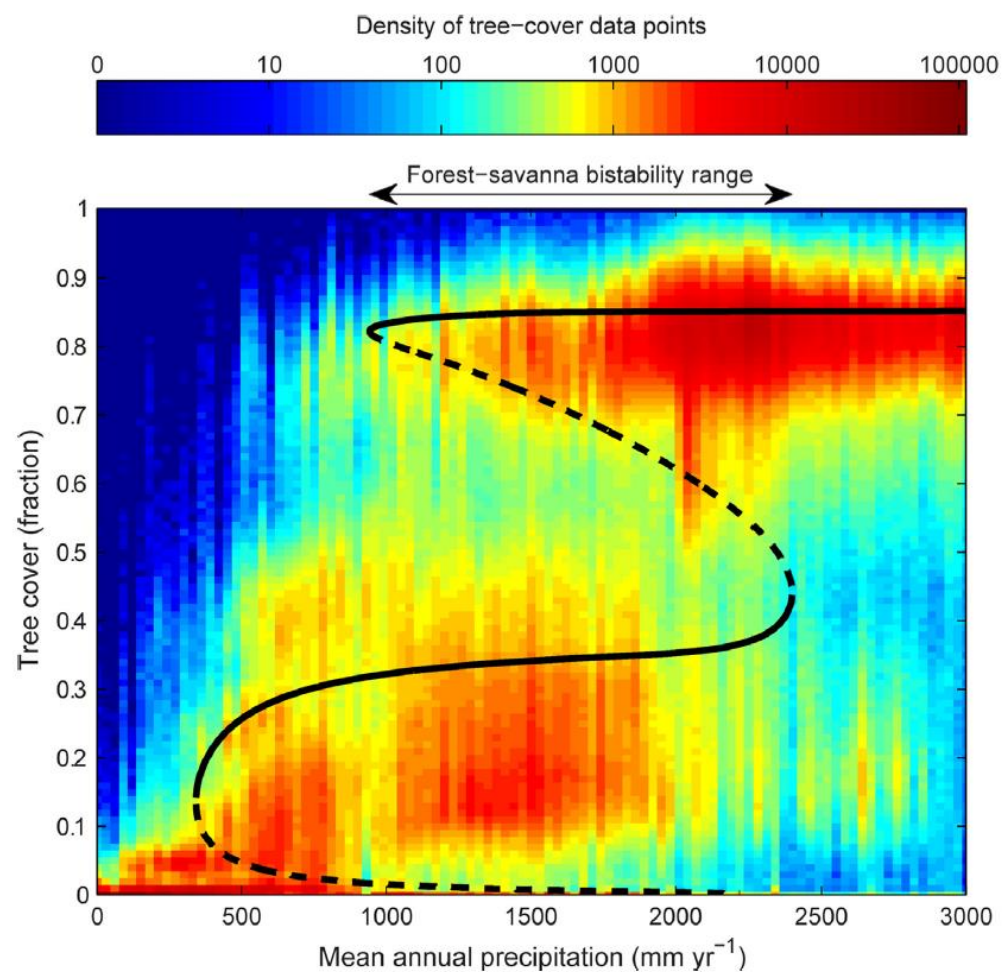
Modèle de base du Staal et al. (2015)



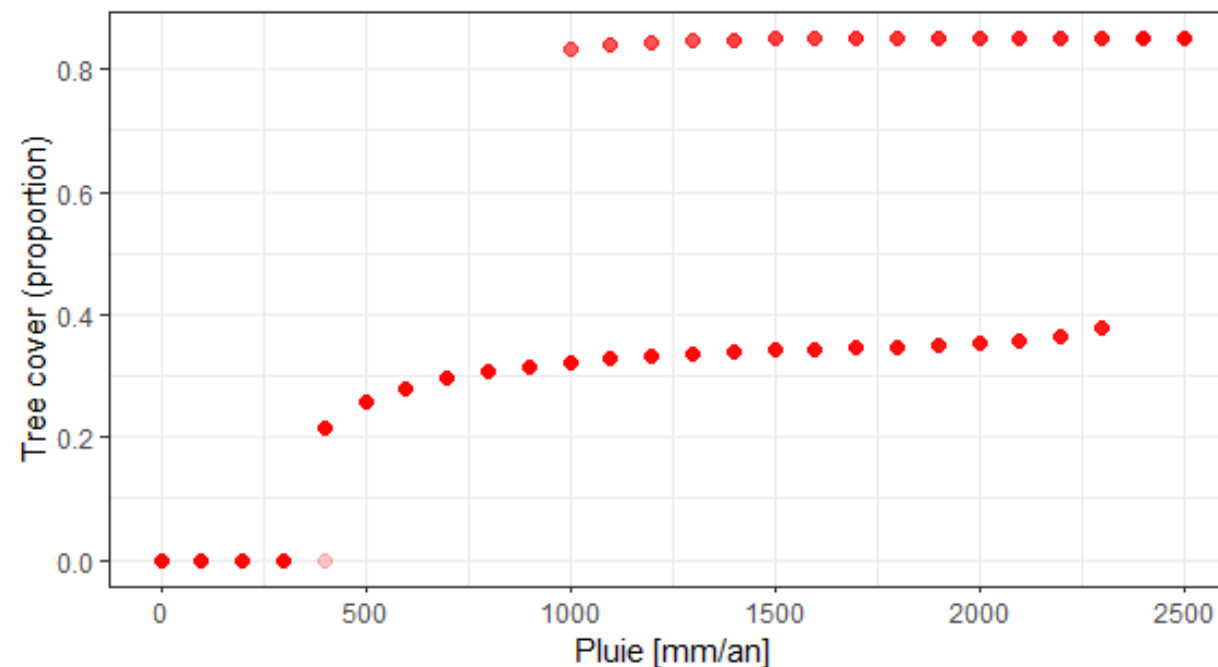
02

Modélisation de la rétroaction forêt -

climat
Bi-stabilité



Staal et al. 2015

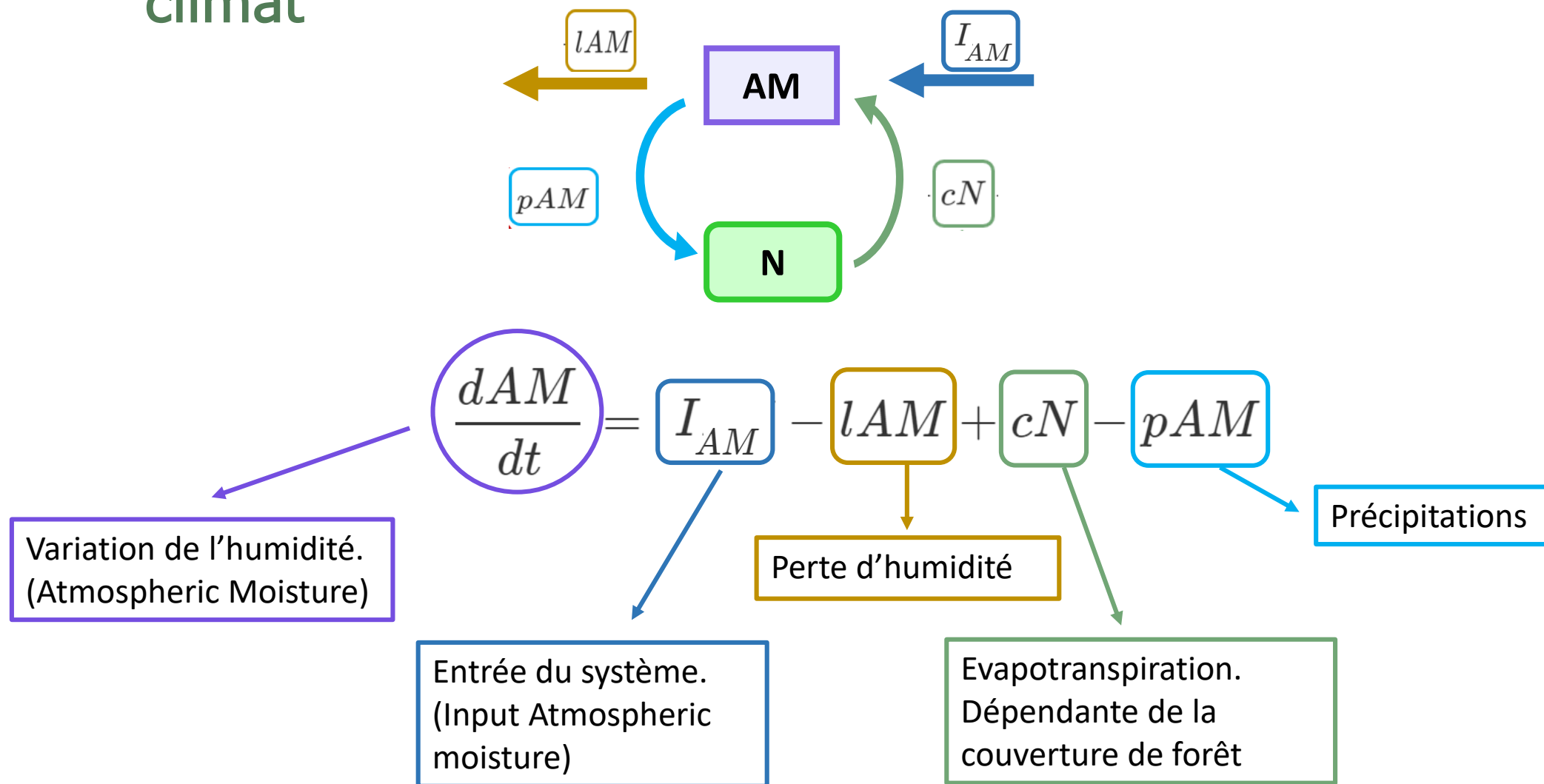


Elaboration propre



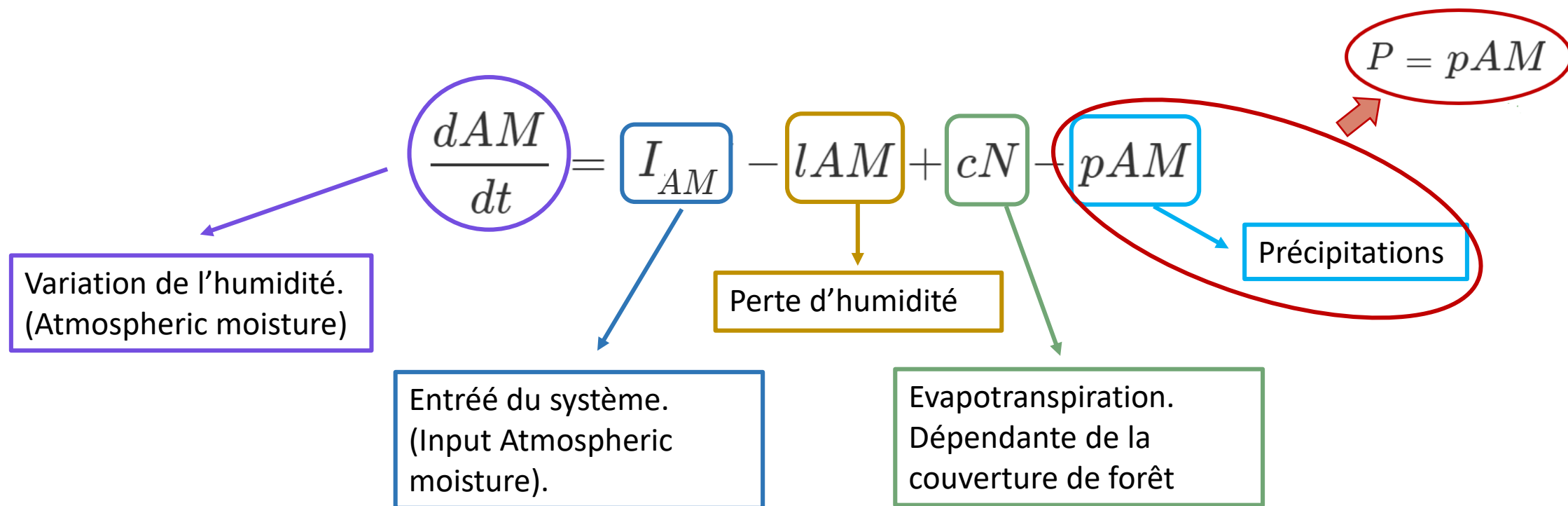
02

Modélisation de la rétroaction forêt - climat



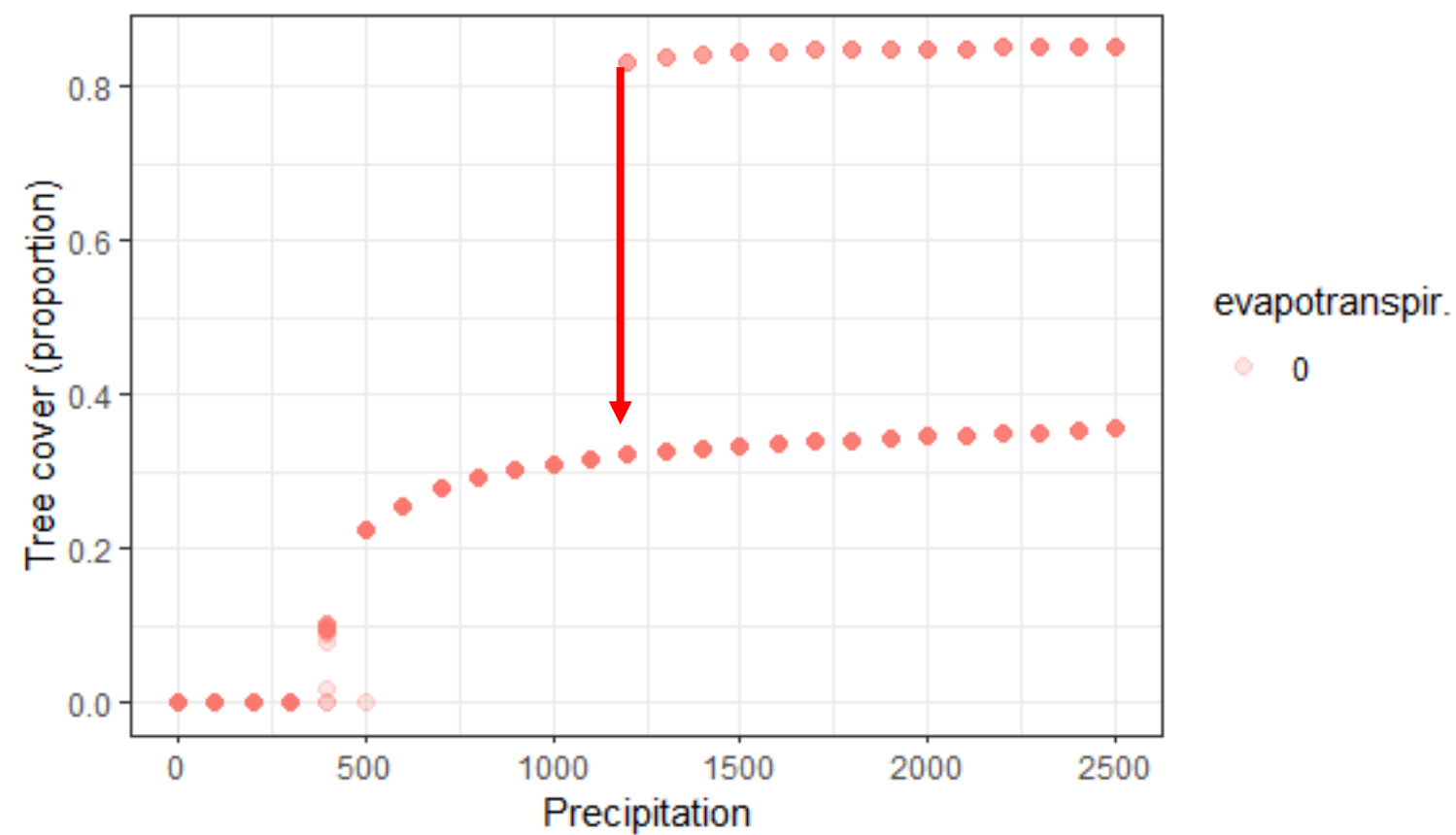
Modélisation de la retroaction forêt - climat

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\textcircled{P}}{h_P + \textcircled{P}} r_m T \left(1 - \frac{T}{K} \right) - m_A T \frac{h_A}{T + h_A} - T \frac{1}{FRI} \frac{I(\textcircled{P}, T)^\gamma}{h_l^\gamma + I(\textcircled{P}, T)^\gamma}$$



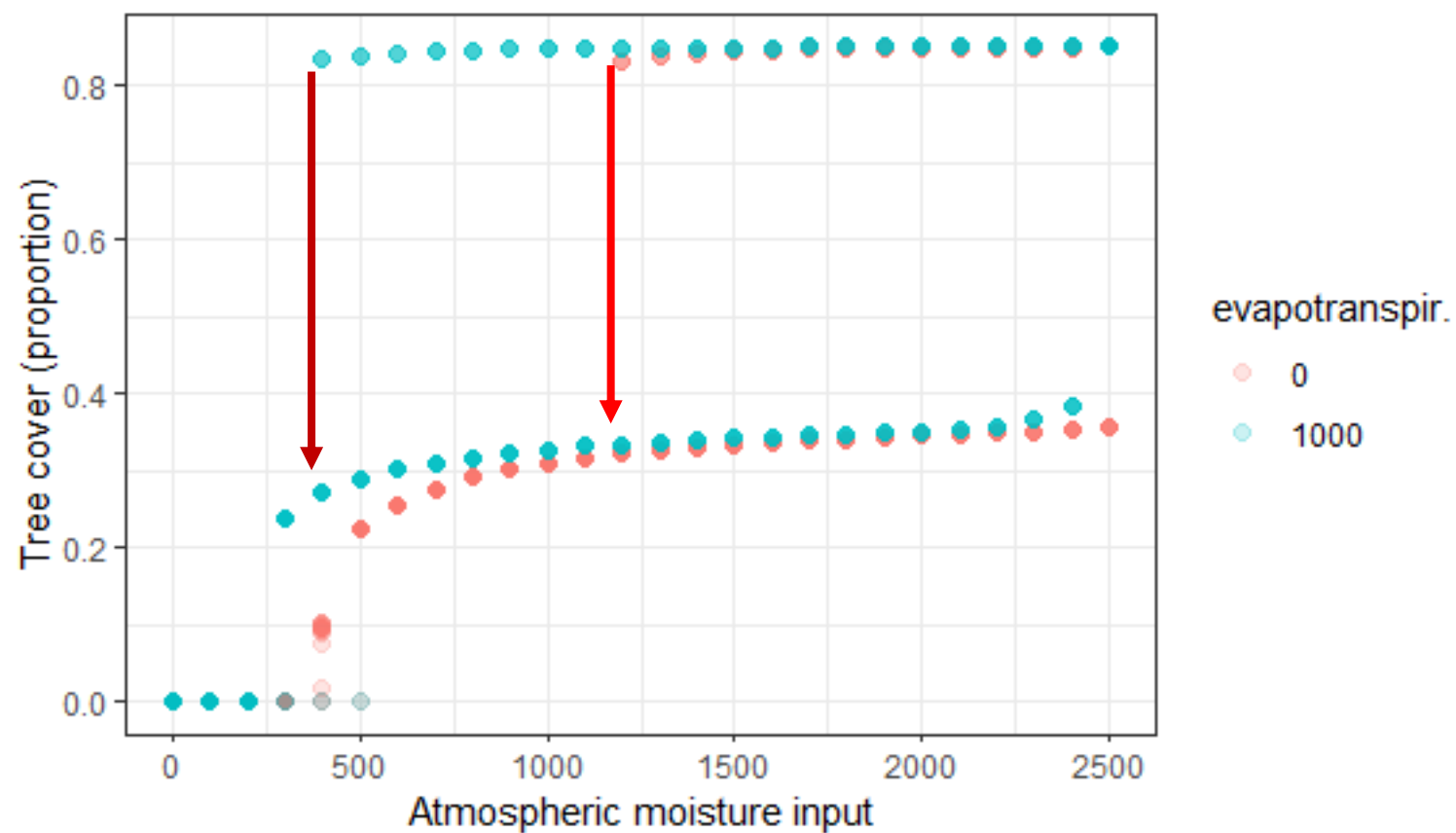
Effet de la rétroaction forêt - climat

Précipitations en fonction de la couverture de forêt



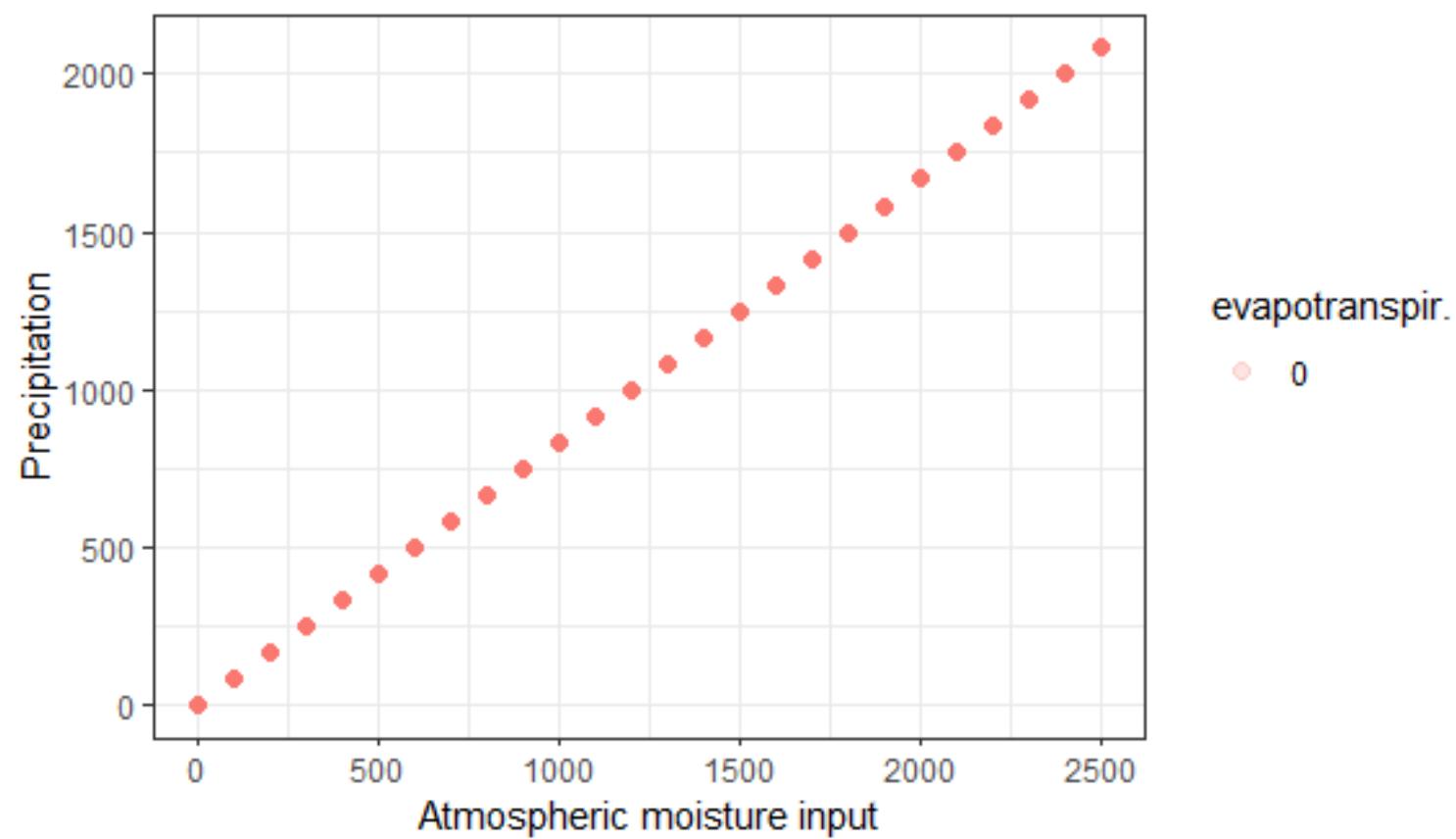
Effet de la rétroaction forêt - climat

Atmospheric Moisture Input (IAM) en fonction de la couverture de forêt



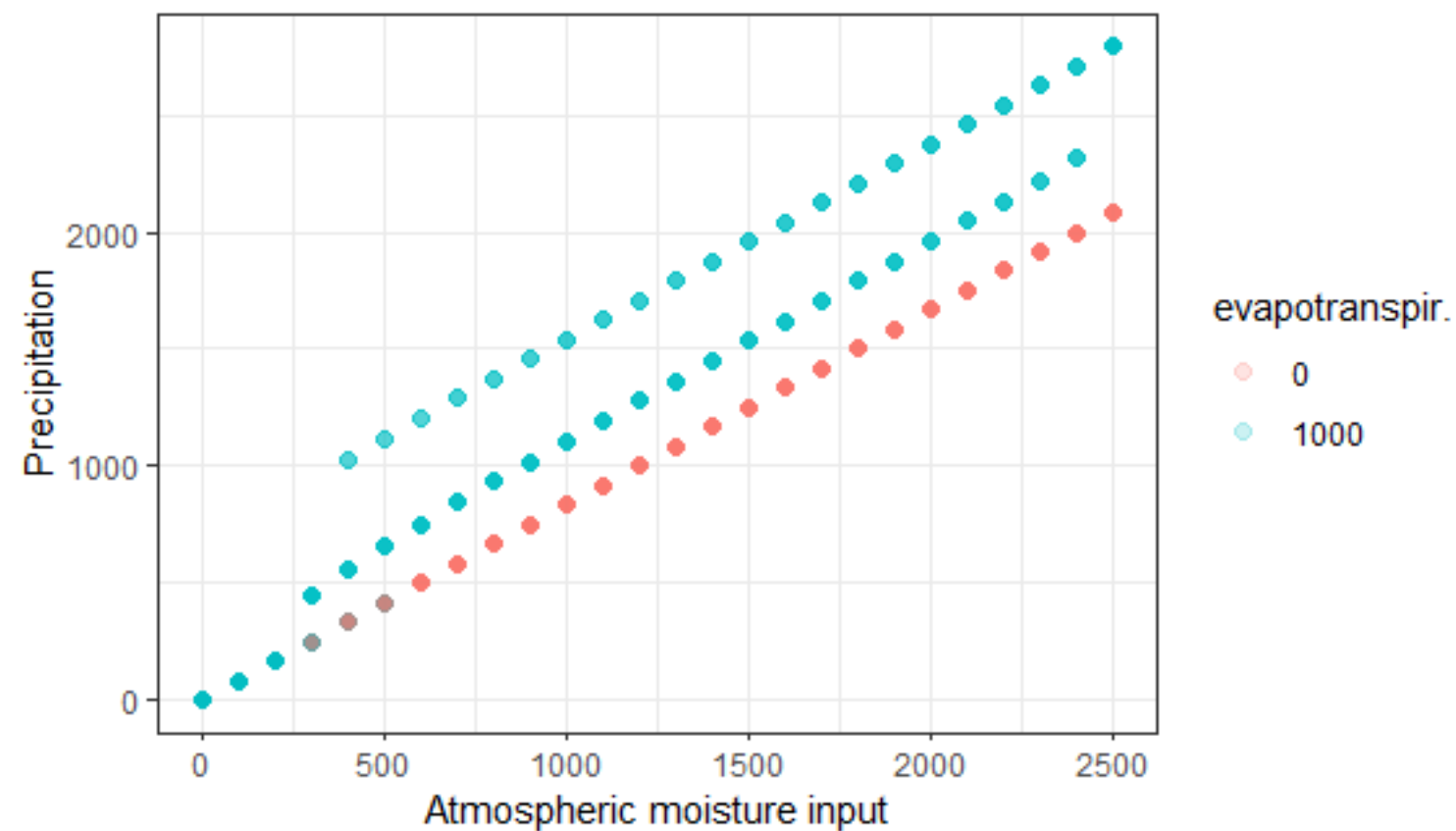
Effet de la rétroaction forêt - climat

Atmospheric Moisture Input (IAM) et Précipitation



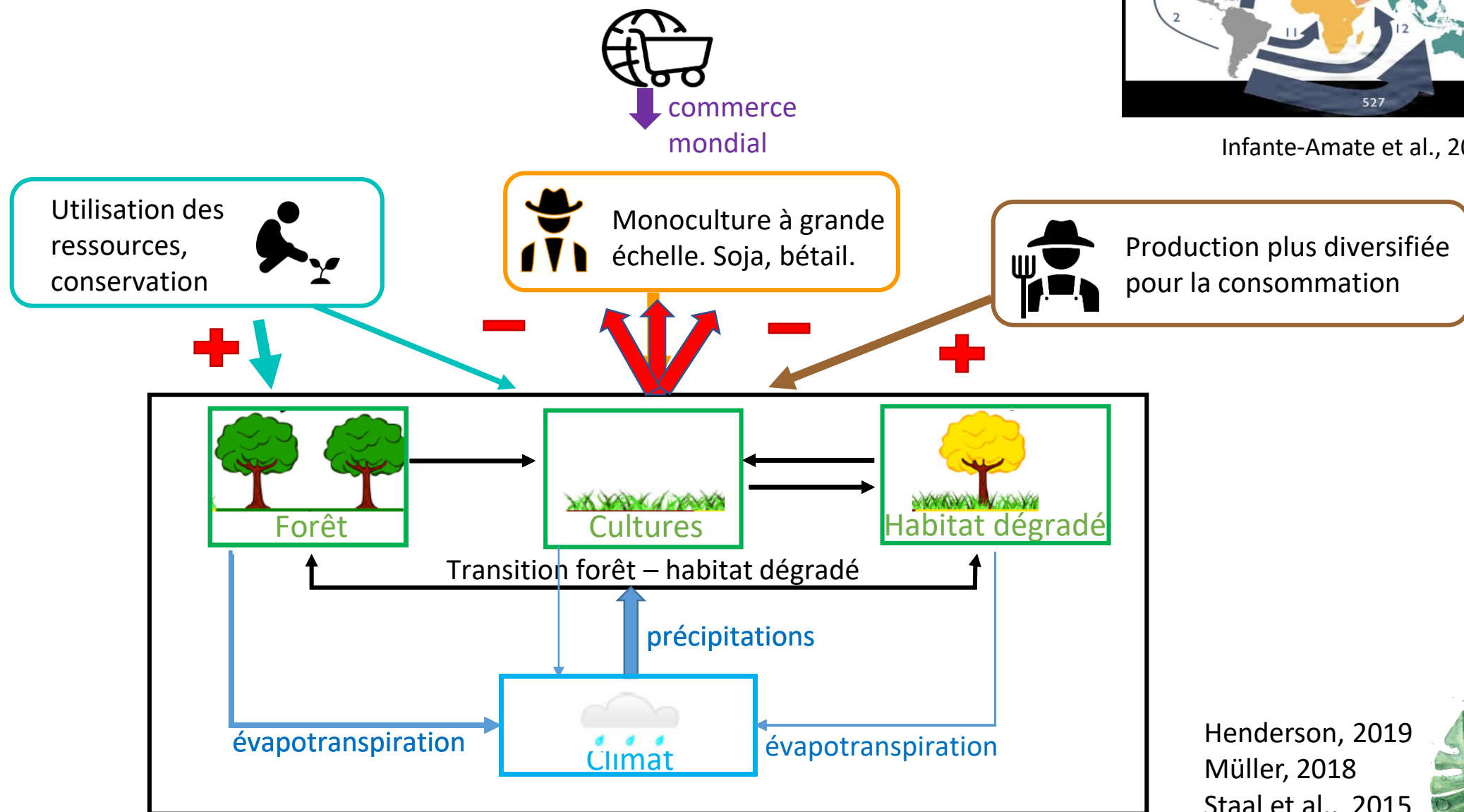
Effet de la rétroaction forêt - climat

Atmospheric Moisture Input (IAM) et Précipitation



Paramètres du modèle avec la rétroaction forêt- climat





Infante-Amate et al., 2020)

Henderson, 2019
Müller, 2018
Staal et al., 2015





Merci pour votre attention

Equations expliquées pour le modèle de Staal et al. (2015)

$$\frac{dT}{dt} = \frac{P}{h_p + P} r_m T \left(1 - \frac{T}{K} \right) - m_A T \frac{h_A}{T + h_A} - T \frac{1}{FRI} \frac{I(P, T)^\gamma}{h_l^\gamma + I(P, T)^\gamma} \quad (2)$$

with the fire intensity $I(P, T)$ (-) defined as:

$$I(P, T) = C(T) \cdot SMI(P), \quad (3)$$

landscape continuity $C(T)$ (-) as:

$$C(T) = \frac{h_c^\beta}{h_c^\beta + T^\beta} \quad (4)$$

and the soil moisture index $SMI(P)$ (-) as:

$$SMI(P) = \frac{h_{SMI}^\alpha}{h_{SMI}^\alpha + P^\alpha} \quad (5)$$



Paramètres du modèle de Staal et al. (2015)

Table 1

The model's parameters and their values.

Parameter	Description	Value	Unit	Source
α	Power in soil moisture index function	4	None	Fine-tuning
β	Power in continuity function	6	None	Fine-tuning
γ	Power in fire-induced mortality term	6	None	Fine-tuning
FRI	Fire return interval	7	yr	Ratter (1992)
h_A	Half saturation of Allee effect	0.10	Fractional tree cover	Van Nes et al. (2014)
h_C	Half saturation of grass (non-forest) cover continuity	0.57	Fractional tree cover	This research
h_I	Half saturation of the fire-induced mortality term	0.15	None	Fine-tuning
h_P	Half saturation of growth term	80	mm yr ⁻¹	Fine-tuning
h_{SMI}	Half saturation of the soil moisture index	1800	mm yr ⁻¹	Hirota et al. (2010)
K	Maximum tree cover	0.90	Fractional tree cover	Van Nes et al. (2014)
m_A	Mortality due to Allee effect	0.15	yr ⁻¹	Van Nes et al. (2014)
r_m	Maximum tree-cover growth rate	0.30	yr ⁻¹	Van Nes et al. (2014)

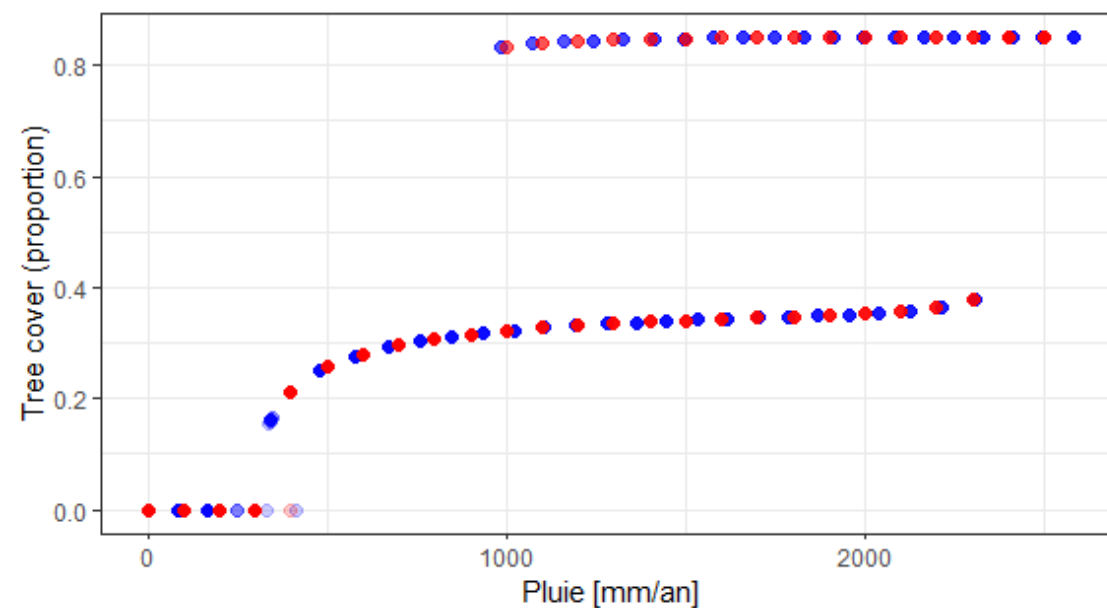
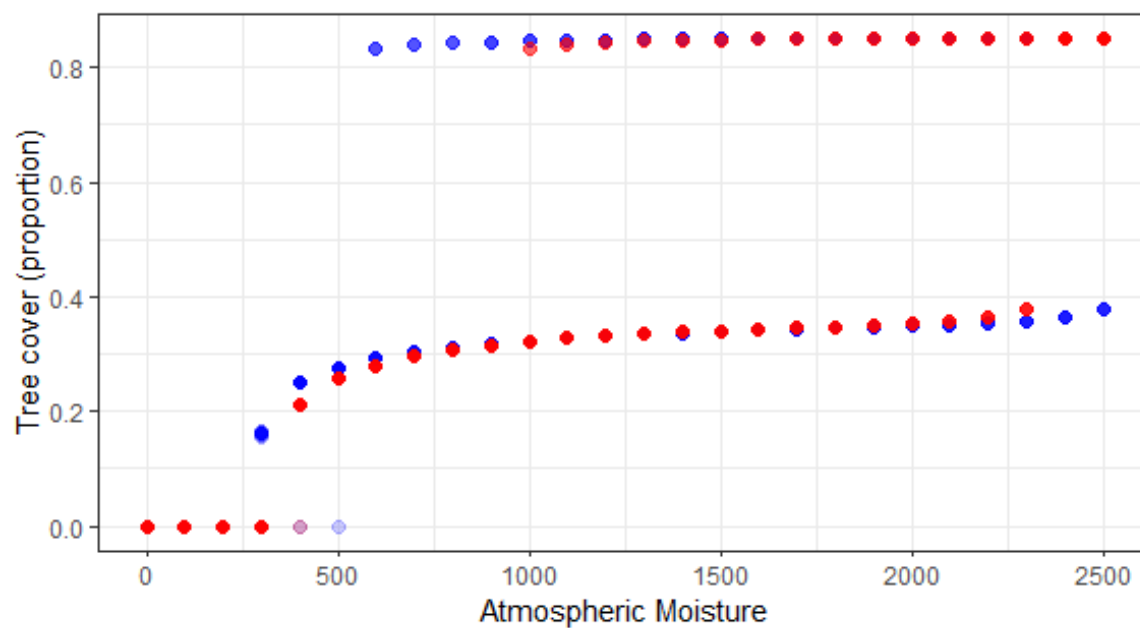


Projections du future travail par rapport aux acteurs socio-économiques

Acteurs	Description
Le commerce global	Un facteur qui influence les politiques d'État et la production de soja principalement.
L'État	Il met en place des politiques et régulations pour la propriété de la terre et la production.
Le secteur agro-industriel	Le secteur le plus puissant économiquement. Il est propriétaire de 70% de la terre productive. Il produit principalement du soja pour exporter. Ils ont du bétail.
Les agriculteurs	Ils produisent des autres aliments principalement pour la consommation nationale.
Les communautés autochtones	Elles ont un droit collectif sur la terre. Elles utilisent les ressources de la forêt et elles la conservent également.
Exploitants de bois	Ils déforestent pour obtenir du bois.
Activistes de la conservation	Leur but est de promouvoir la conservation de la forêt et de la biodiversité.



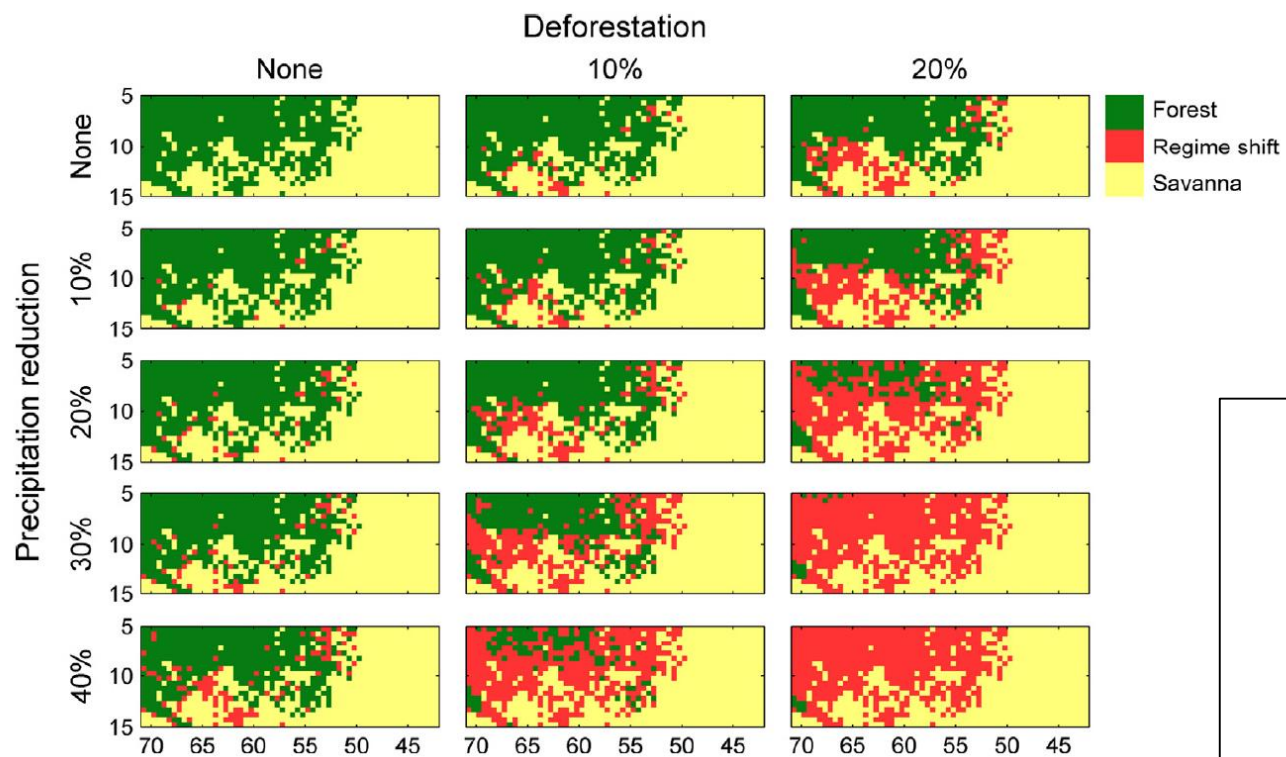
Comparaison des modèles et effet de la rétroaction forêt - climat



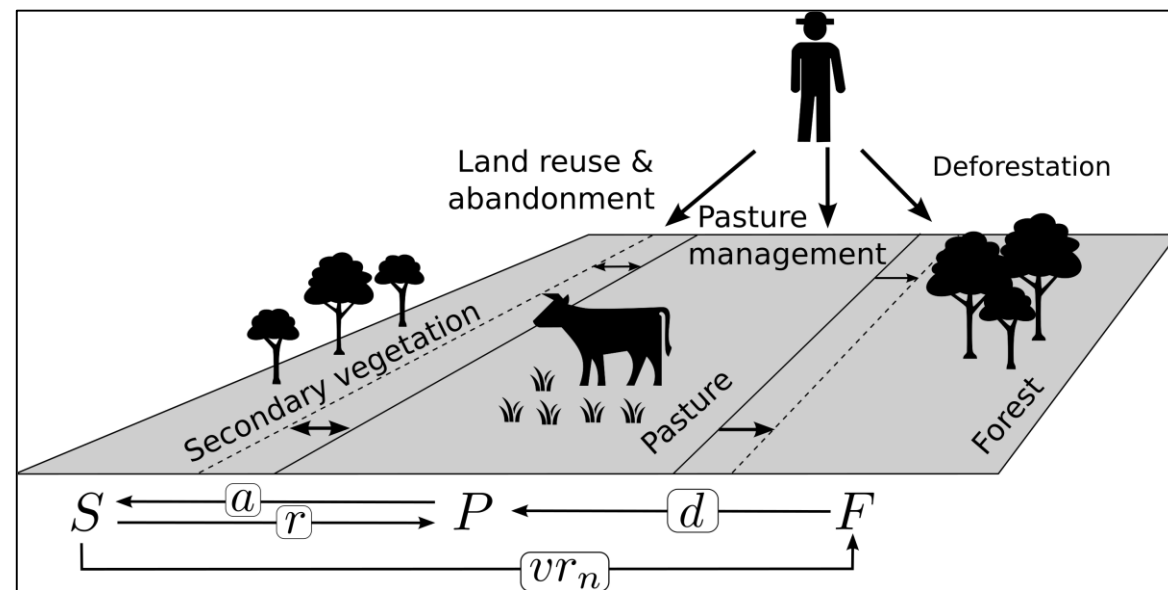
- Modèle de Staal et al. (2015)
- Nouveau modèle de rétroaction



Modèles de référence

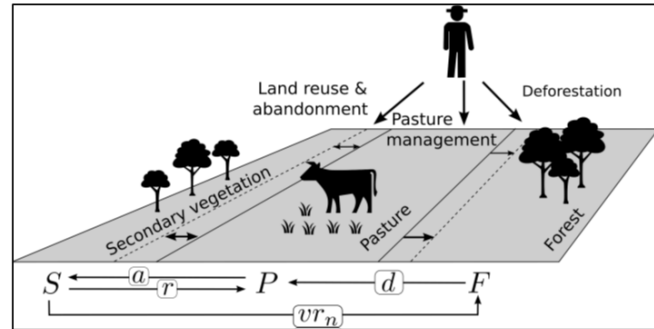


Staal et al., 2015



Müller, 2018

Tentatives de modèles

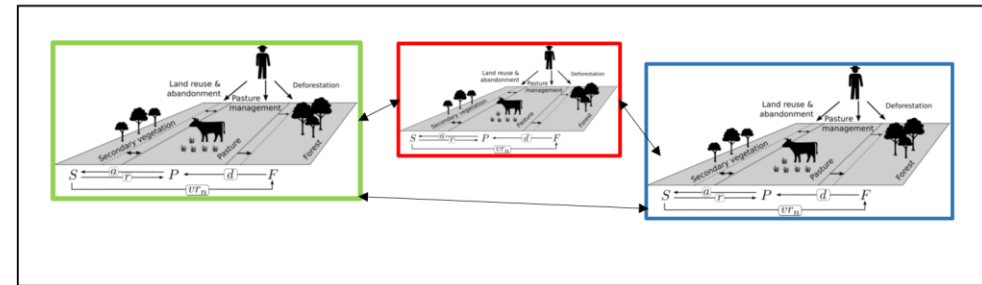


Forest habitat more or less degraded + effects on crop yield/etc.

Resulting forest proportion at large scale

Climate, precipitation, fire regime

Model 3 : global market and its effects, feedbacks



Forest habitat more or less degraded + effects on crop yield/etc.

Global demand

Resulting forest proportion at large scale

Policies

Climate, precipitation, fire regime