



can paying 4 global ecosystem services reduce poverty?

les paiements pour les services écosystémiques globaux peuvent-ils réduire la pauvreté? [www.p4ges.org](http://www.p4ges.org)

# Développements de WaterWorld pour Madagascar et CAZ grâce à P4GES

Ilja van Meerveld, Arnout van Soesbergen, Patrick Rafidimanantsoa, Mark Mulligan, KCL [mark.mulligan@kcl.ac.uk](mailto:mark.mulligan@kcl.ac.uk) @policysupport [www.policysupport.org](http://www.policysupport.org)



UNIVERSITY OF TWENTE.

CONSERVATION INTERNATIONAL



# Une branche du projet P4GES

## Recherche intégrée de la biophysique: questions clés

1. Comment le processus de dégradation et de restauration affecte-t-il la fonction hydrologique, le stock de carbone, la biodiversité et la collecte de produits sauvages dans les différentes utilisation du sol?
2. Comment peut-on optimiser la recherche hydrologique dans la déforestation évitée/la restauration au service de services écosystémiques?



**Biodiversité**



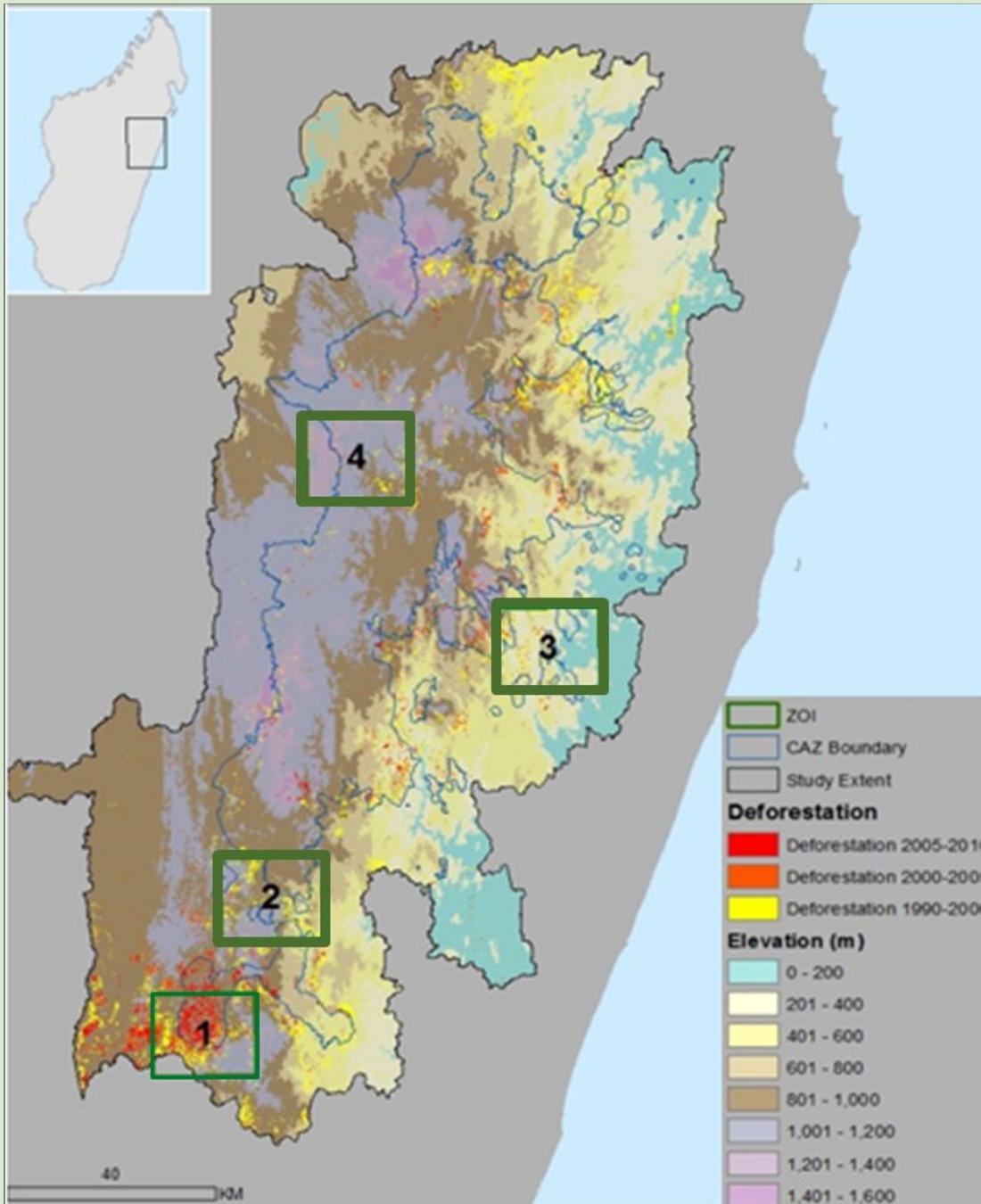
**Fonction hydrologique**



**Carbone**



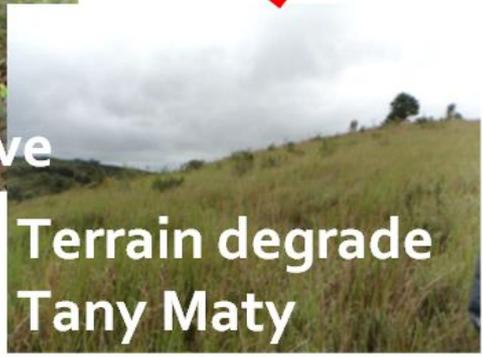
**Disponibilité des produits sauvages récoltés**



Sites biophysiques:  
 Mesures de  
 l'hydrologie, de la  
 biodiversité, du  
 carbone et la  
 disponibilité des  
 produits sauvages  
 récoltés sur 54 sites



# Différentes utilisations des sol



degradation

restoration

# L'utilisation du sol affecte la quantité d'eau au niveau local et régional

Ce qui se passe en  
amont ...

... affecte ce qui se  
passe en aval



# L'utilisation du sol affecte la quantité d'eau au niveau local et régional

**Trop d'eau** lors de précipitations: inondations et des pertes de cultures

**Trop peu d'eau** pendant les périodes sèches: Rizières mal irriguées et donc réduction de la production rizicole



# Recherche hydrologique: Objectif

Déterminer les impacts hydrologiques du changement d'utilisation du sol au bénéfice de l'application de l'outil PSE



# Que faisons-nous? (I)

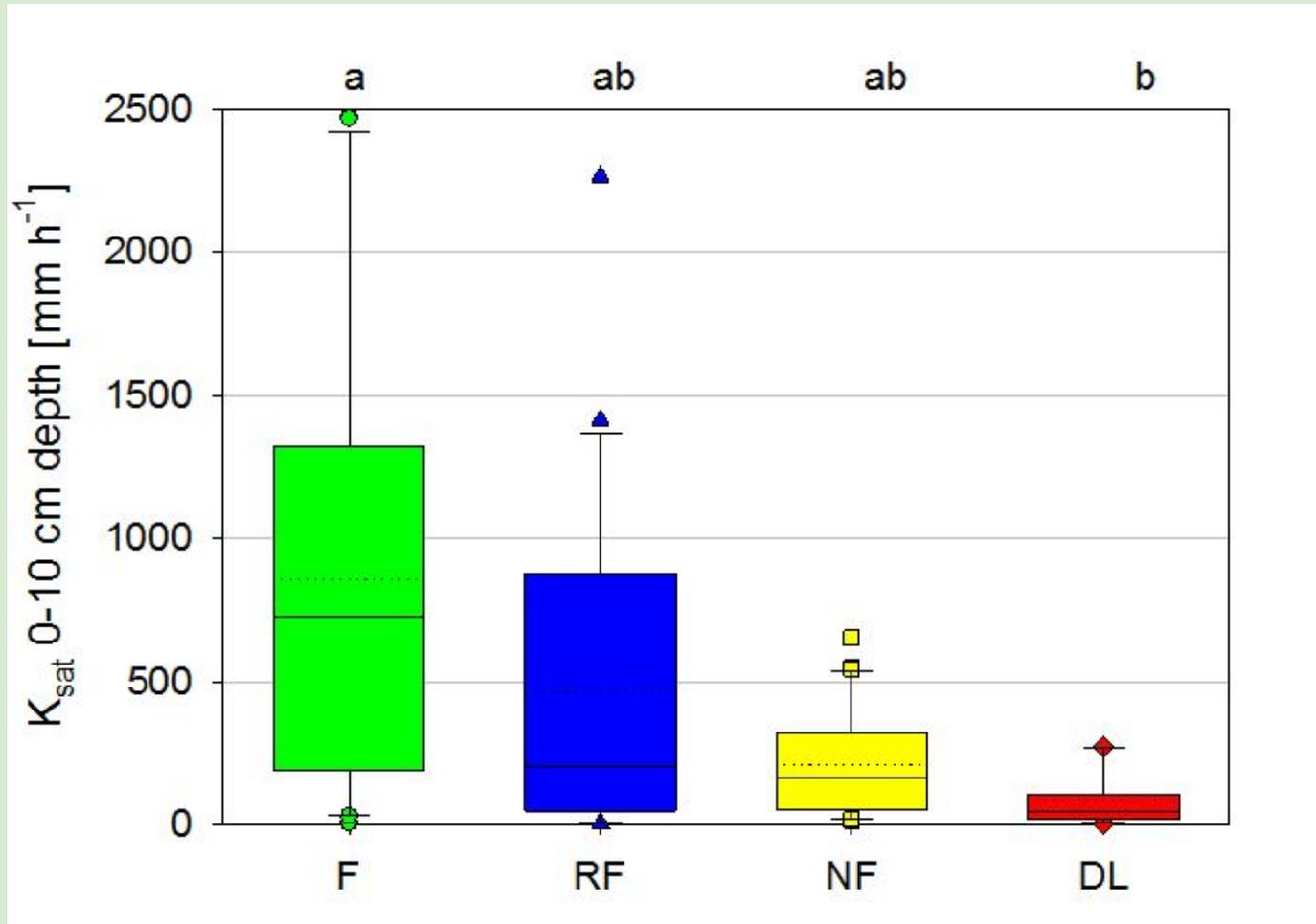
Trois zones d'intérêt dans le CAZ

On détermine

- Propriétés du sol
- Taux d'infiltration du sol (3 profondeurs)
- Voie préférentielle de l'eau



# Capacité d'infiltration



Zwartendijk et al. (in press)

# Expérimentation avec un colorant bleu

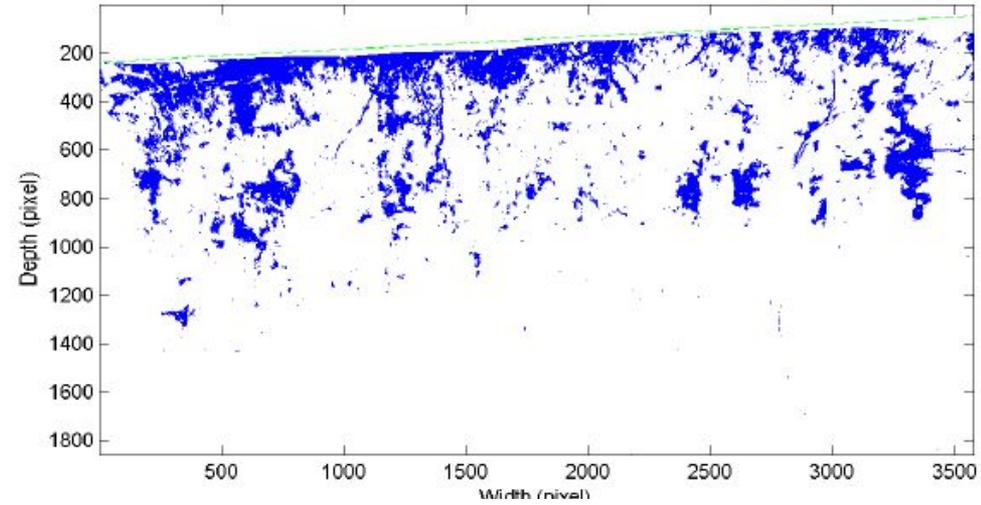
## Pour déterminer comment l'eau s'écoule dans le sol



# Expérimentation avec un colorant bleu

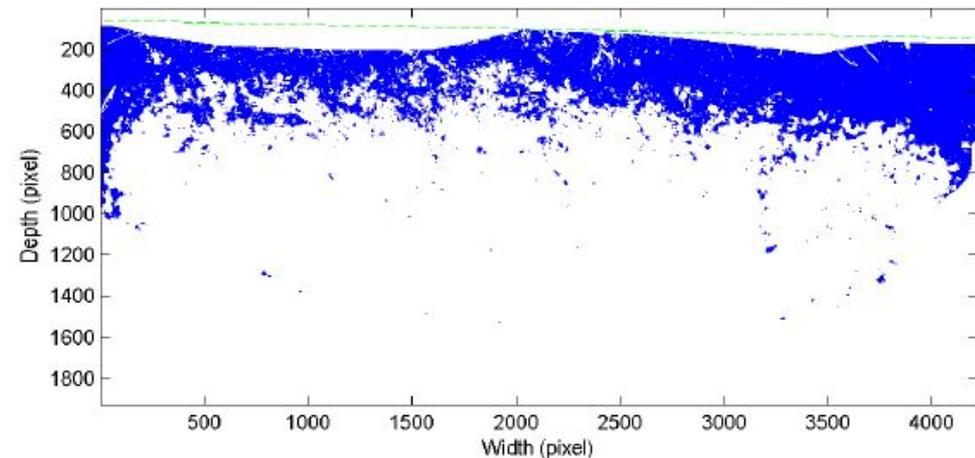


ALM-RF1



AMT-TM

Ruissellement lors des pluies



# Que faisons-nous? (II):

Trois sites d'expérimentation (forêt, savoka arborée et tany maty) :

- Flux hydrologiques (précipitation, interception, transpiration, ruissellement de surface)
- Changement de l'humidité du sol et l'eau dans la nappe souterraine

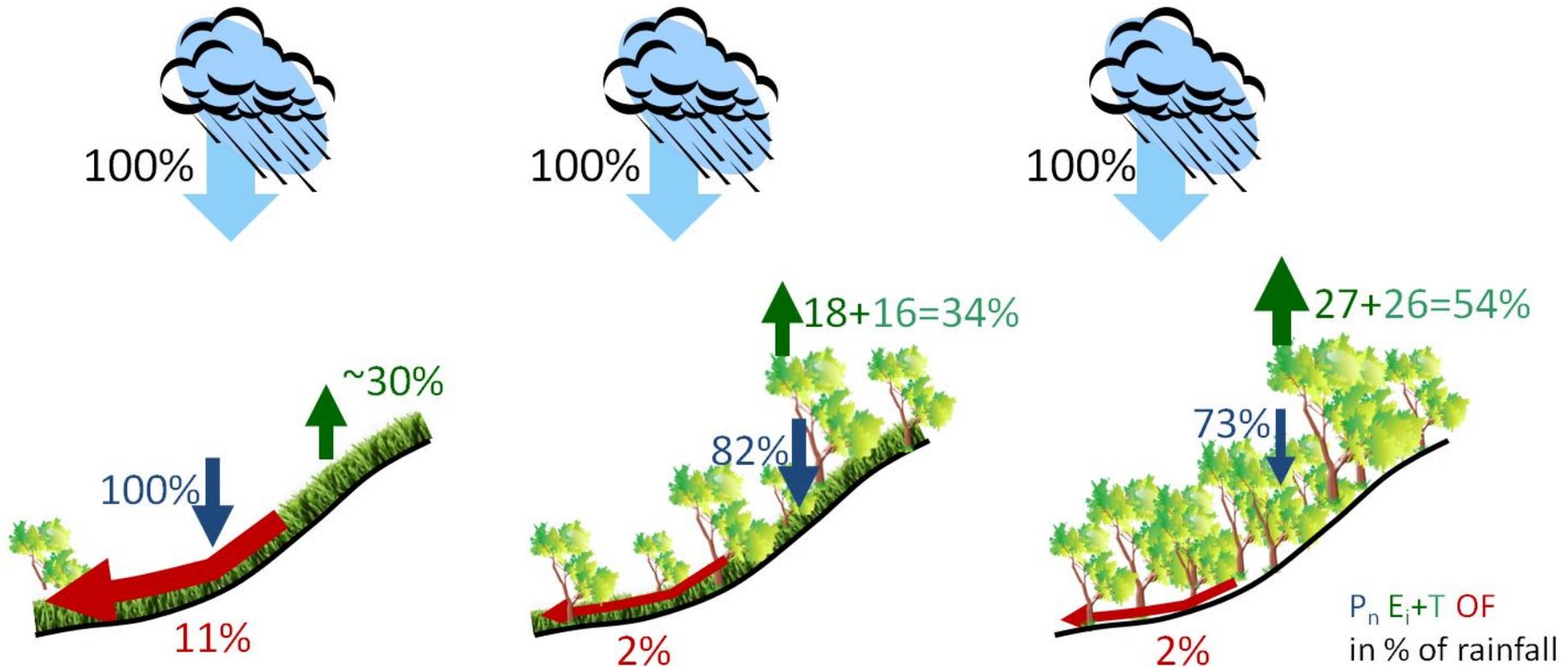


# Oct 2014-Sep 2015

Degraded grassland

reforested tree fallow

forest



# Conclusion

- Nous avons observé des différences entre les différents types d'utilisation du sol
  - Augmentation de l'infiltration dans les forêts du CAZ
  - Réduction du ruissellement dans les forêts
  - Mais aussi augmentation de l'interception et de l'évapotranspiration dans les forêts
- Nous avons aussi observé de larges différences entre différent plots → i.e. variabilité spatiale élevée
- Question: Comment étendre les résultats de ces plots à l'échelle du bassin ou à CAZ tout entier?

# Forêts, Eau et Pauvreté - Relations non simples ni directes

## Contexte, questions and réalités du travail hydrologique de P4GES

### Est de Madagascar:

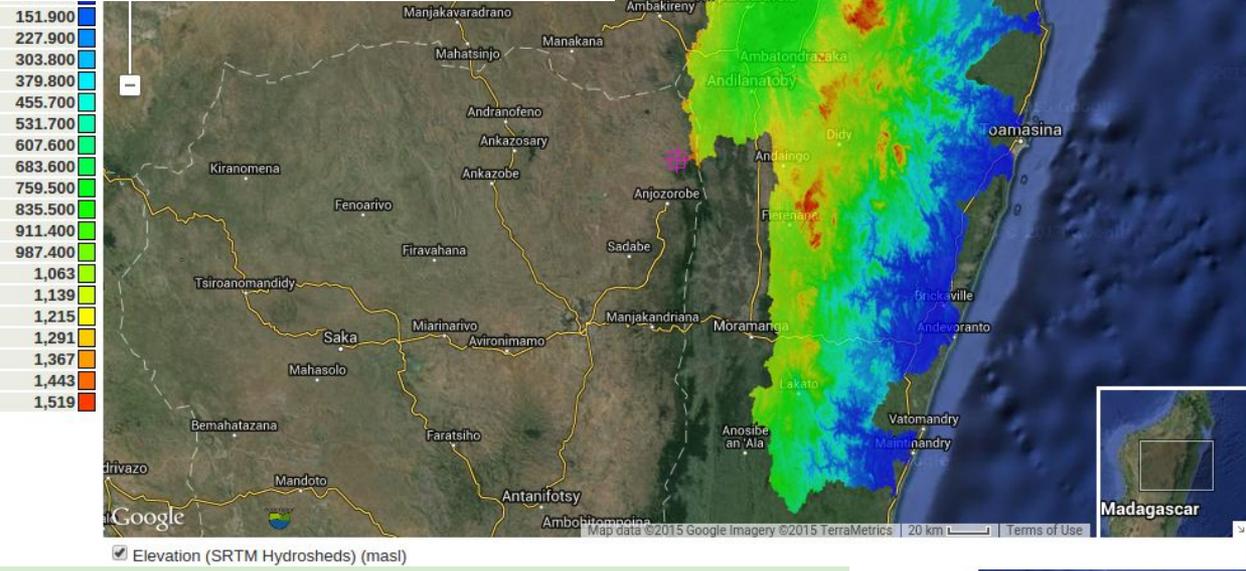
- Biologiquement important mais ayant une histoire de déforestation
- PSE internationaux pour le carbone (et la biodiversité) à travers la protection et la reforestation (restauration forestière)
- Quels seront les impacts en aval sur l'eau (quantité, qualité, régulation)?
- Pour les cultivateurs de riz, l'eau va-t-elle diminuer ou bien le débit de base va-t-il augmenter de telle sorte qu'il soit possible d'avoir une seconde culture de riz?
- Quelles parties de la forêt devraient être protégées et où restaurer pour réaliser des services environnementaux gagnant-gagnant?

### Ce ne sont pas toutes les forêts qui offrent des bénéfices hydrologiques:

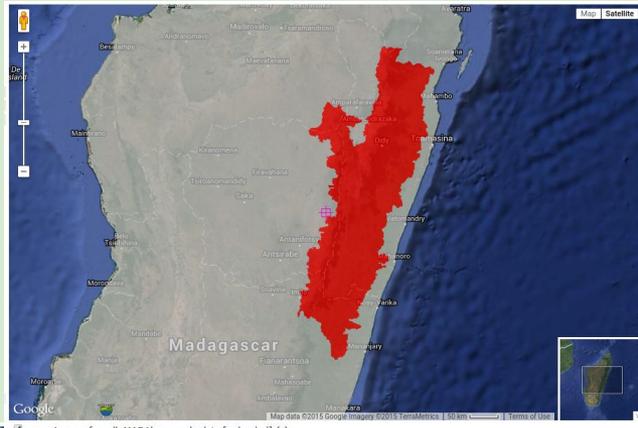
- Les forêts évaporent plus d'eau que la plupart des autres types de couverts (y compris les cultures pluviales)
- Cela signifie un débit réduit en aval
- Pour des événements climatiques normaux, les forêts peuvent limiter l'érosion tellurique et améliorer la qualité de l'eau comparées aux terres agricoles. Mais cela **ne s'applique pas aux grands événements**.
- L'augmentation ou non de l'**écoulement en saison sèche** dépend de l'équilibre entre la réduction du débit et l'amélioration de l'infiltration (facilitant l'augmentation du débit de base)
- Le résultat est **hautement spécifique au site, d'une pente à une autre. Il n'y a pas de règles empiriques.**

# Zone d'étude:

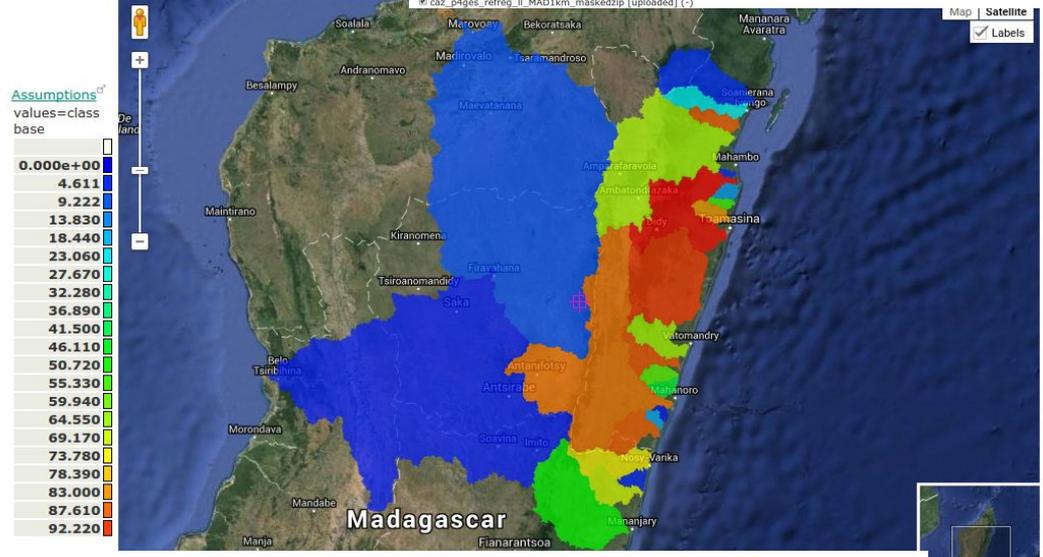
Bassins versants affectés par CAZ (1ha de résolution)



# Région de référence:



Pour l'étude hydrologique, il a fallu inclure tous les BV qui se vident dans ou s'écoulent de CAZ car les inputs et les changements dans ces zones affectent l'influence hydrologique de CAZ. Nous avons choisi CAZ plutôt que la région de référence REDD car la région de référence étendrait les BV étudiés de manière significative.



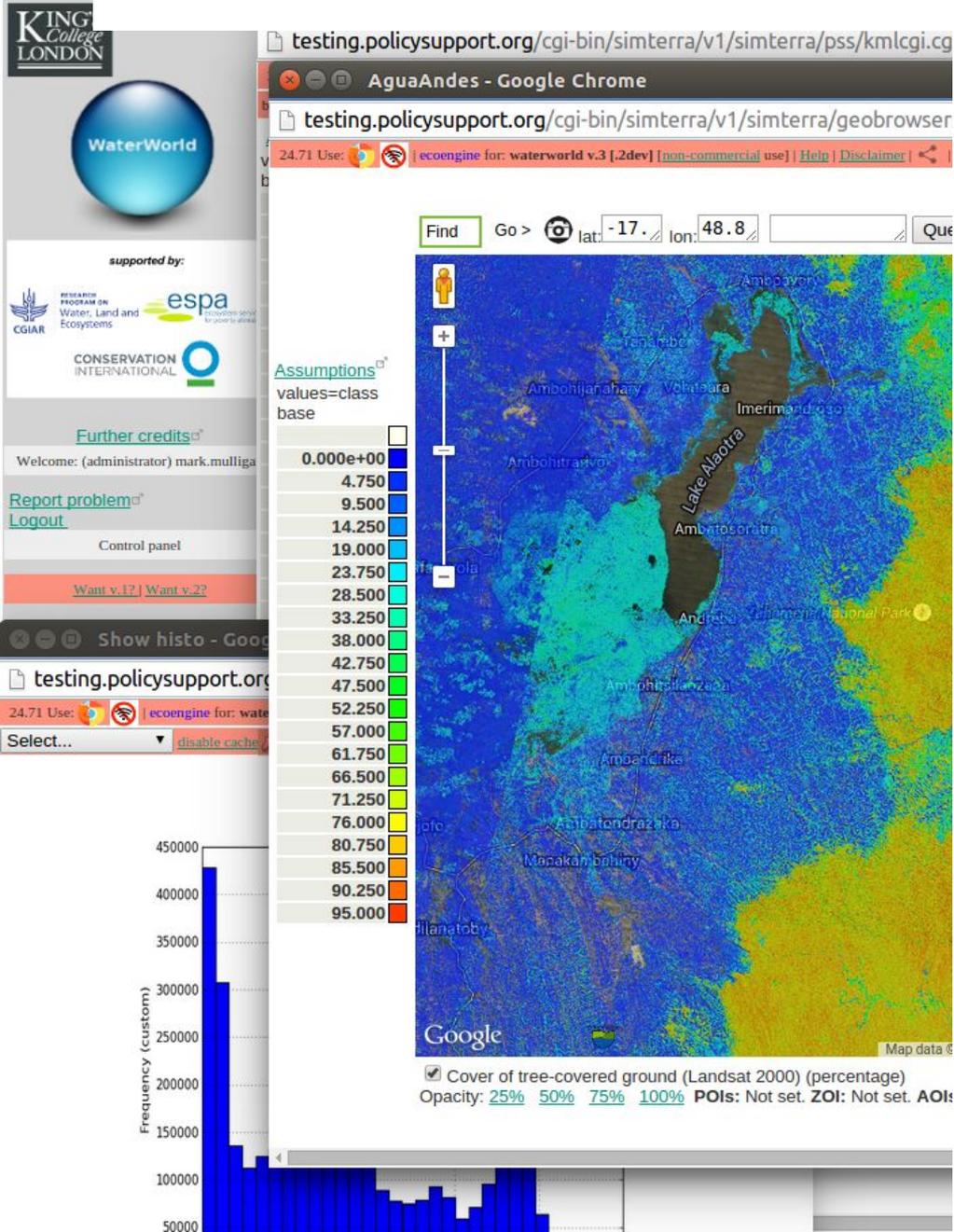
Bassins versants affectés par région de référence

sses (per-cent)

# Objectifs de la **modélisation hydrologique** de **P4GES**

- Examiner à **l'échelle du bassin** les répercussions hydrologiques du changement du couvert forestier et de l'agriculture **sur la disponibilité en eau pour une seconde culture de riz.**
- Étendre les processus et les propriétés obtenus à partir des points et des placettes à des **échelles plus pertinentes pour les politiques**
- Développer des scénarios de changement du Business-as-Usual (BAU) **et examiner les impacts**
- Développer des scénarios des **interventions plausibles et examiner les impacts**
- Améliorer WaterWorld pour Madagascar et former les parties prenantes locales pour son application aux questions relatives à REDD+/PSE

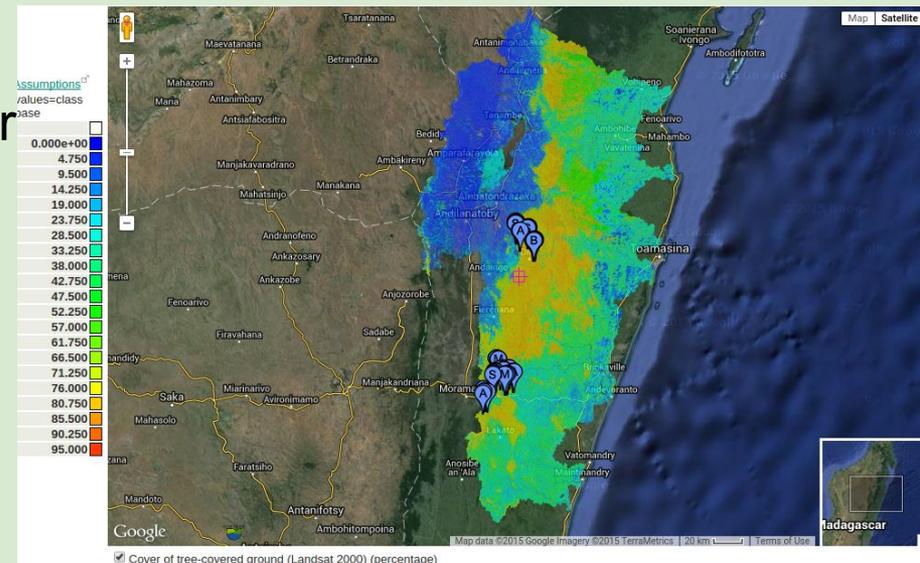
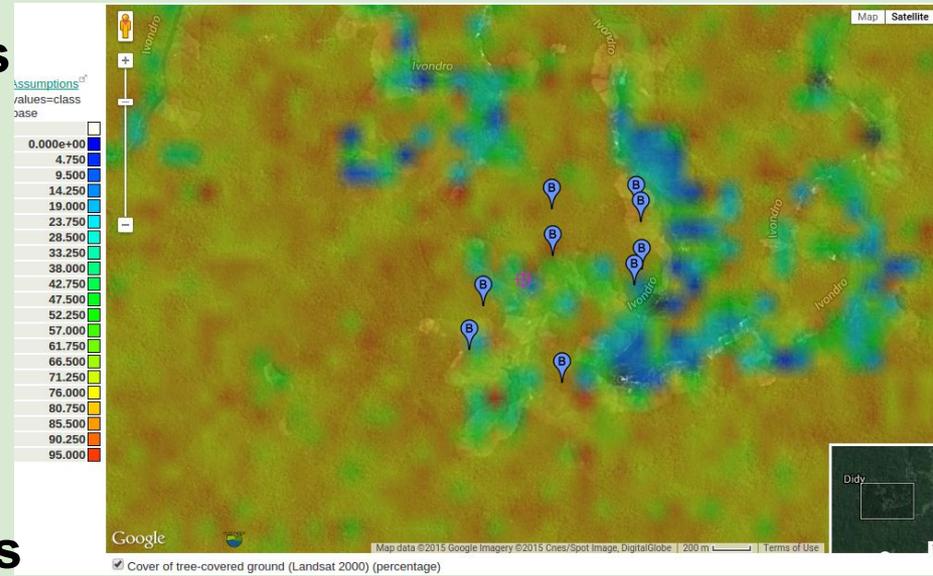
# WaterWorld - la science & le 'big data' en soutien aux politiques



- Détaillé, fondé sur les processus, depuis 1998
- Spatiale (1ha ou 1km de résolution spatiale)
- Toutes les données requises (140 inputs) fournies pour n'importe où dans le monde
- Rapide (analyse complète en 30 minutes)
- Outils de mesure d'incertitude et de validation
- Outils pour élaborer des scénarios sophistiqués et des interventions
- Facile à utiliser (sur le web, firefox ou chrome)
- Résultats téléchargeables au format SIG
- Gratuit pour utilisation à des fins non-commerciales. Programme de formation gratuit
- 1200 utilisateurs, 1029 orgs. 141 pays
- Données locales (par ex: celles collectées par p4ges) peuvent être uploadées pour améliorer les résultats du modèle

# De l'échelle de la placette au paysage avec WaterWorld

- Données sophistiquées à des points sur le terrain collectées par P4GES
- Ces données aident à **comprendre les processus hydrologiques** (et aussi fournit quelques paramètres pour le modèle)
- Les données permettent de **vérifier des données (mondiales) d'entrées** utilisées par WaterWorld et les outputs du modèle
- Le modèle doit **étendre** la science sur le terrain à des échelles pertinentes pour les politiques et permettre l'application de **scénarios et des options d'intervention pour comprendre les impacts à l'échelle du paysage (bassin)**
- WaterWorld a été conçu pour cela

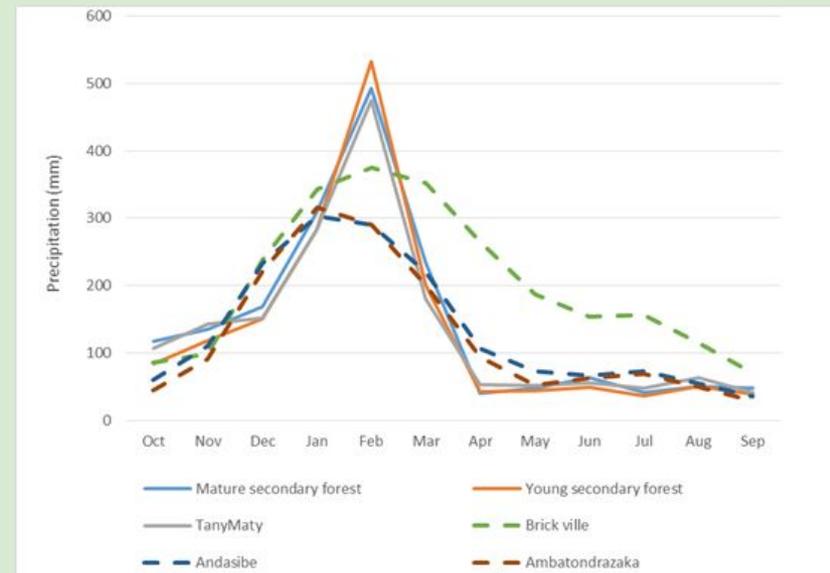
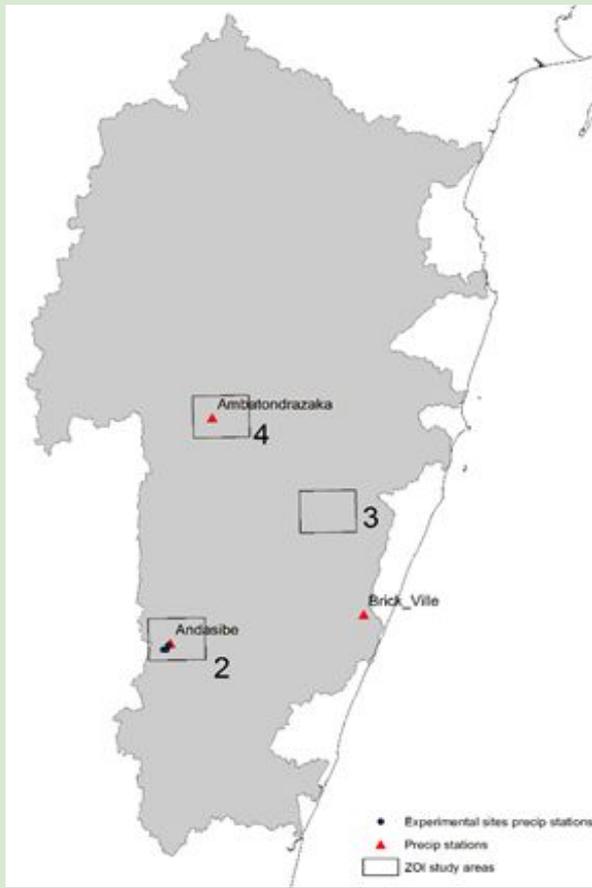


# De l'échelle de la placette au paysage avec WaterWorld

## Paramétrage de WaterWorld: pluviométrie

### Difficultés posées par les échelles spatiales et temporelles

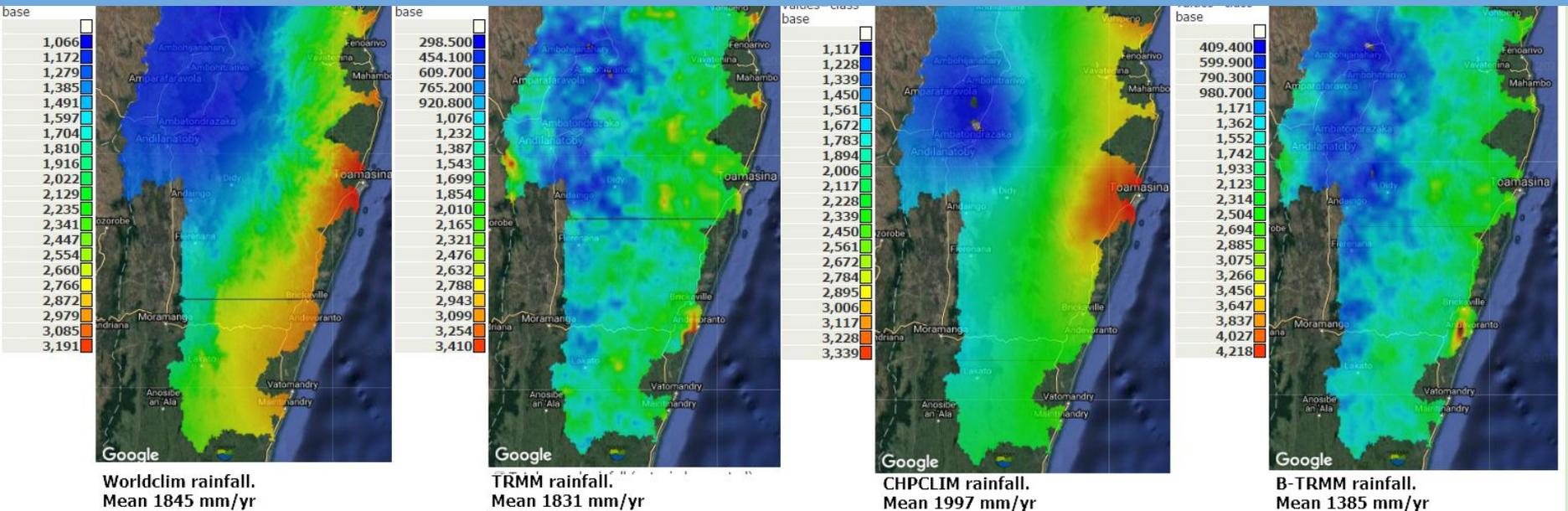
- Données long-terme disponibles pour 3 stations uniquement dans CAZ (83-13). One year from P4GES study sites (in zone 2)
- Besoin de données s'étalant sur un plus grand nombre d'années et mieux réparties dans l'espace pour évaluer les impacts sur les ressources en eau à l'échelle du CAZ
- WorldClim (utilisé par WW) est toujours le meilleur dataset dont nous disposons



# De l'échelle de la placette au paysage avec WaterWorld

## Paramétrage de WaterWorld: incertitude dans les données d'entrée

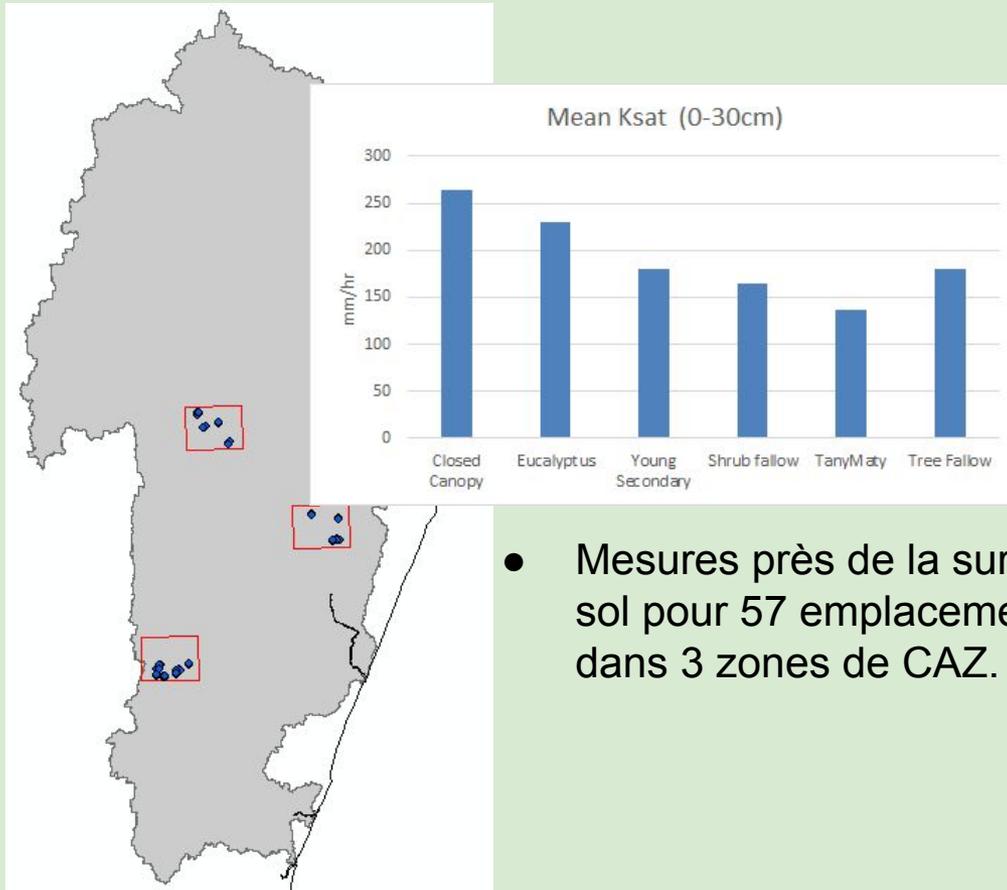
**WW se concentre sur la compréhension de l'incertitude: e.g. utiliser chacune des 4 données pluviométriques mondiales disponibles: différences en magnitude et répartition**



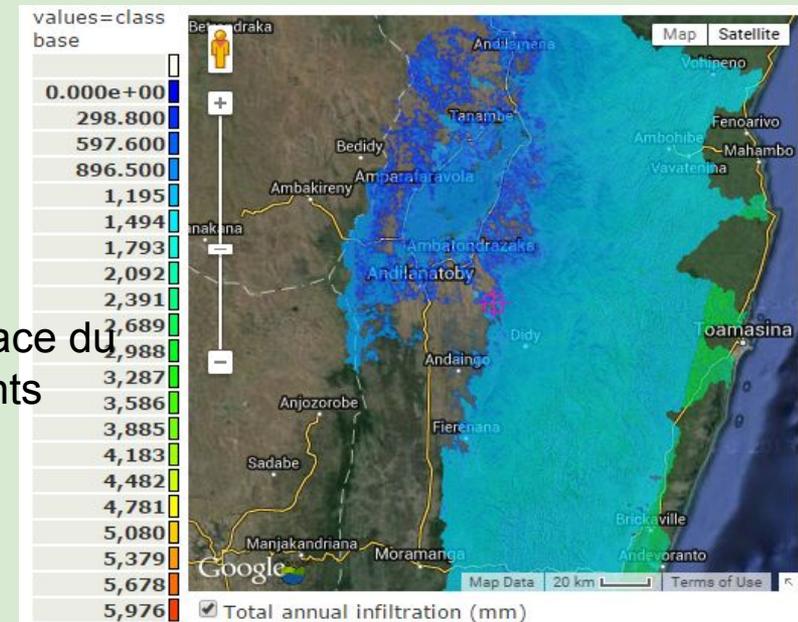
- Pluviométrie: une donnée d'entrée clé pour la modélisation hydrologique
- Données (long terme) disponibles sur la pluviométrie sont limitées et en général de mauvaise qualité

# De l'échelle de la placette au paysage avec WaterWorld

## Paramétrage de WaterWorld: infiltration (en cours)



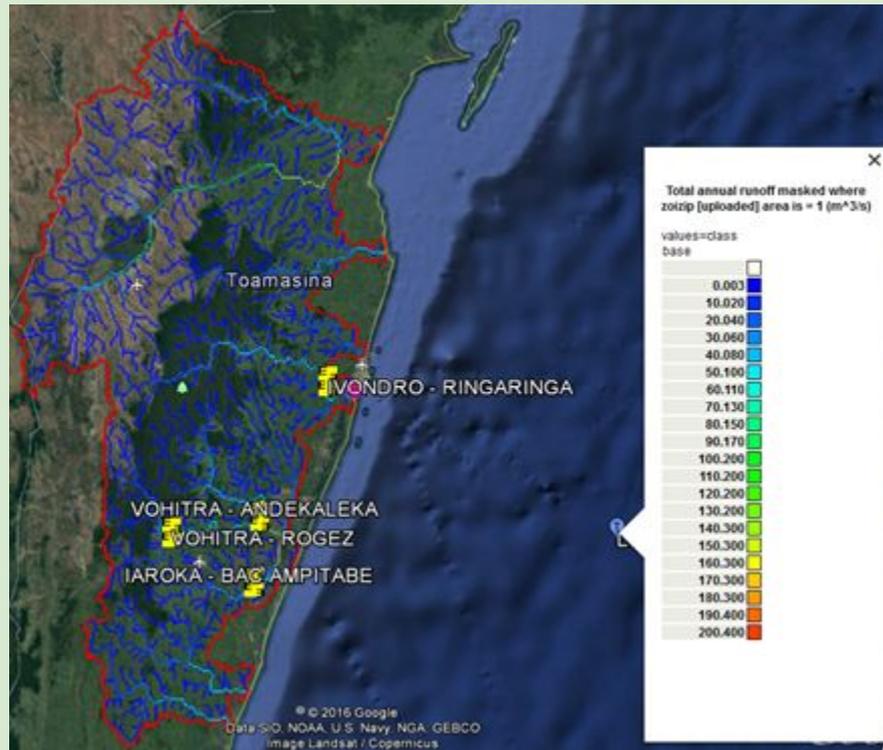
- Mesures près de la surface du sol pour 57 emplacements dans 3 zones de CAZ.



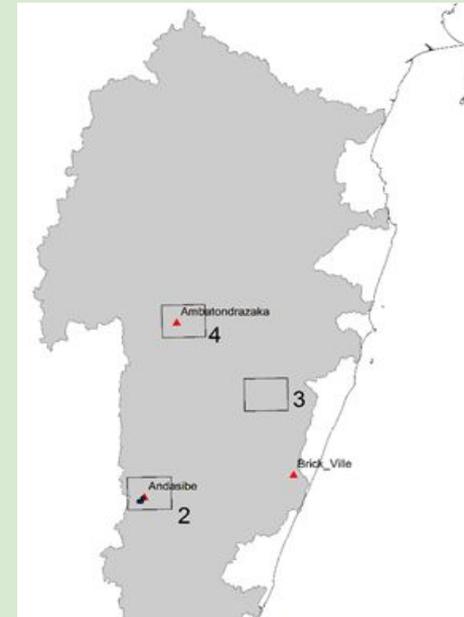
- WaterWorld V3 calcule l'infiltration sur la base de la pente et du couvert arboré, influençant les taux d'infiltration déterminés par la géologie. Ces taux sont plus faibles que les taux observés à la surface mais sont plus réalistes pour les écoulements souterrains qui parcourent de longues distances
- La gestion/l'utilisation du sol influence aussi l'infiltration

# De l'échelle de la placette au paysage avec WaterWorld

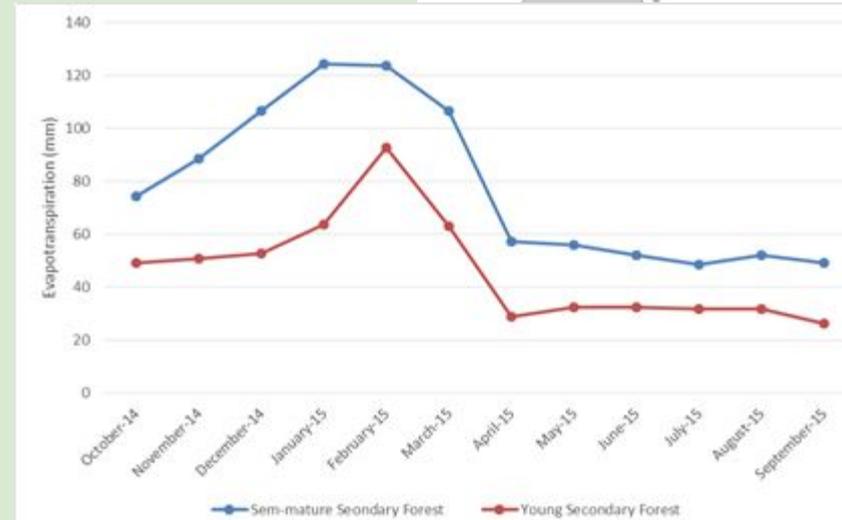
## Validation de WaterWorld: débit et ETR (en cours)



Données sur l'ET mesurée sur 1 an, disponibles pour 3 points dans différents types de végétation (jeune forêt secondaire, forêt semi-mature et Tany Maty)



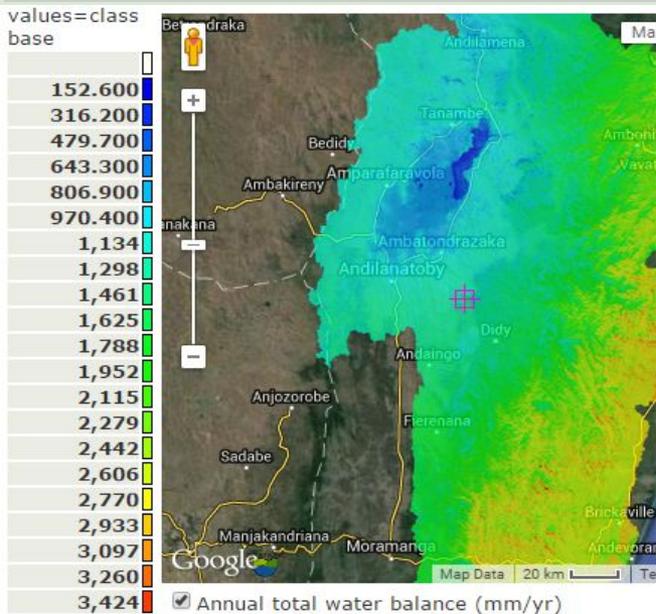
Données à long terme sur l'écoulement disponibles limitées pour 4 stations dans CAZ provenant de GRDC (1950s-1980s)



## Nouvelle fonctionnalité développée pour P4GES

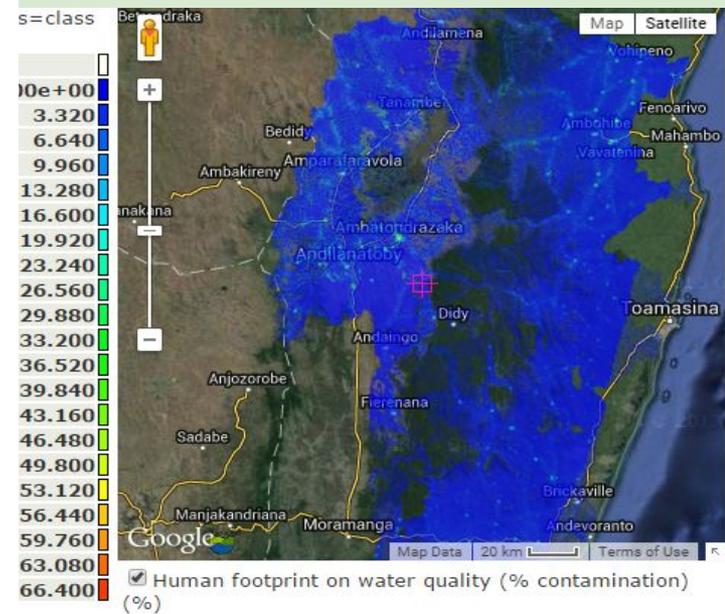
- Version beta WaterWorld v3 (comprend écoulements souterrains, eaux souterraines et impacts sur le débit de base (écoulement en saison sèche débit de base))  
sortie
- La totalité du bassin CAZ peut être exécutée à 1ha de résolution (pas possible sur les serveurs publiques)
- Une fonction de distribution de la population du Fokontany au niveau du pixel (1ha ou 1km à partir de n'importe quelles données sur la population). Pour mieux identifier les bénéficiaires.
- Une classification des utilisations des sols appropriée au cas de Madagascar à partir des données sur les couverts terrestres qui vont avec WW
- Un outil pour inclure la riziculture comme intervention a été développé

# Résultats WaterWorld V3 pour les bassins du CAZ

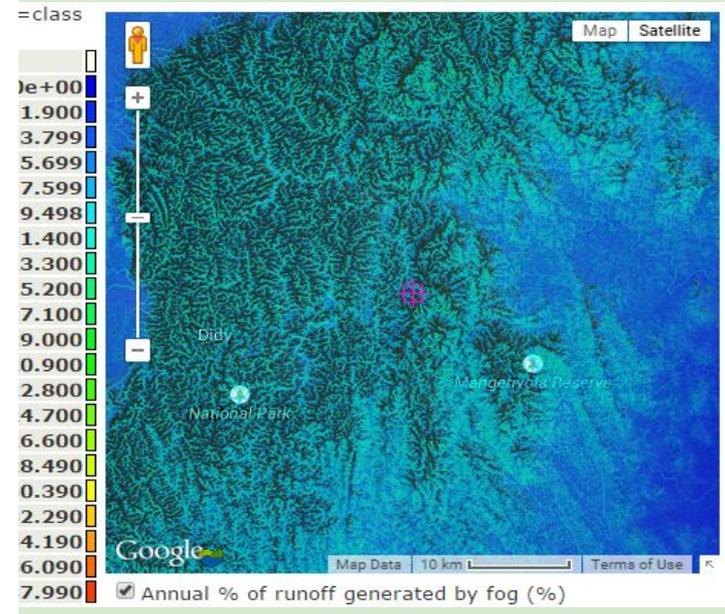
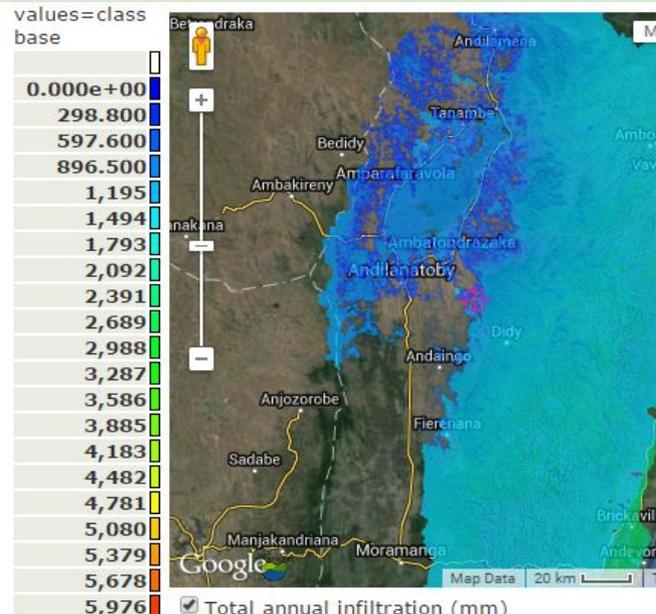


L'eau est de haute qualité dans CAZ, approvisionnement quelques personnes en aval >>>

<<<Infiltration et bilan hydrologique les plus élevés sont sur les plaines côtières.



La contribution du brouillard à l'écoulement est significative au niveau local. Ceci se perd à la déforestation>>>



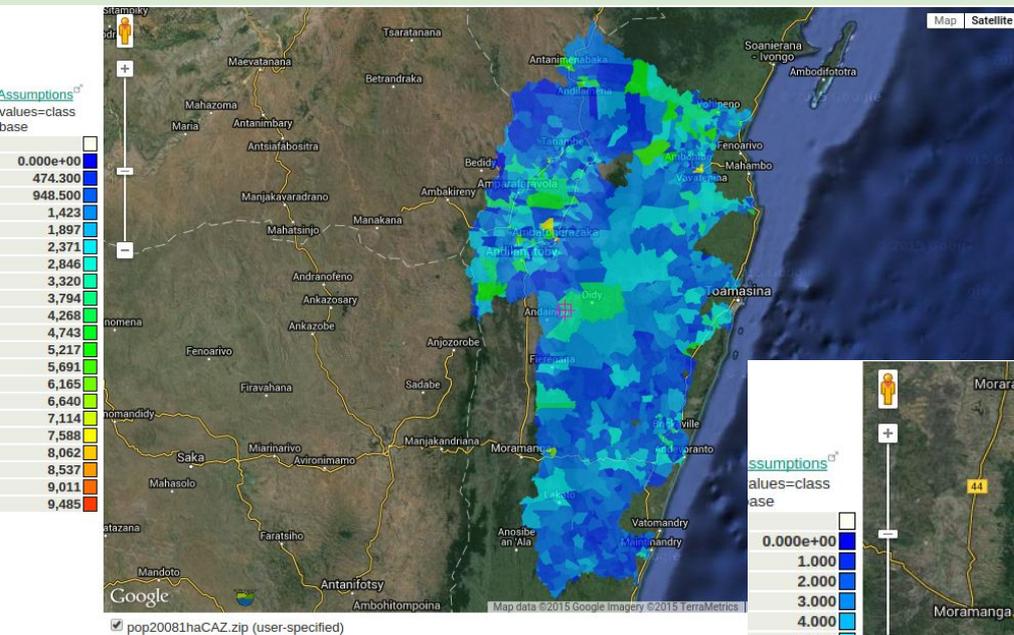
# Cartographier les bénéficiaires

**Distribute subnational population:** Distribute population data based on nighttime lights, land use, deforestation and roads.

Use this function to fully distribute regional population totals based on the per-pixel values for current distribution of agriculture, nighttime lights, roads and deforestation. To use your own input map upload as an MOI first.

Choose the subnational population map:

Check and Submit

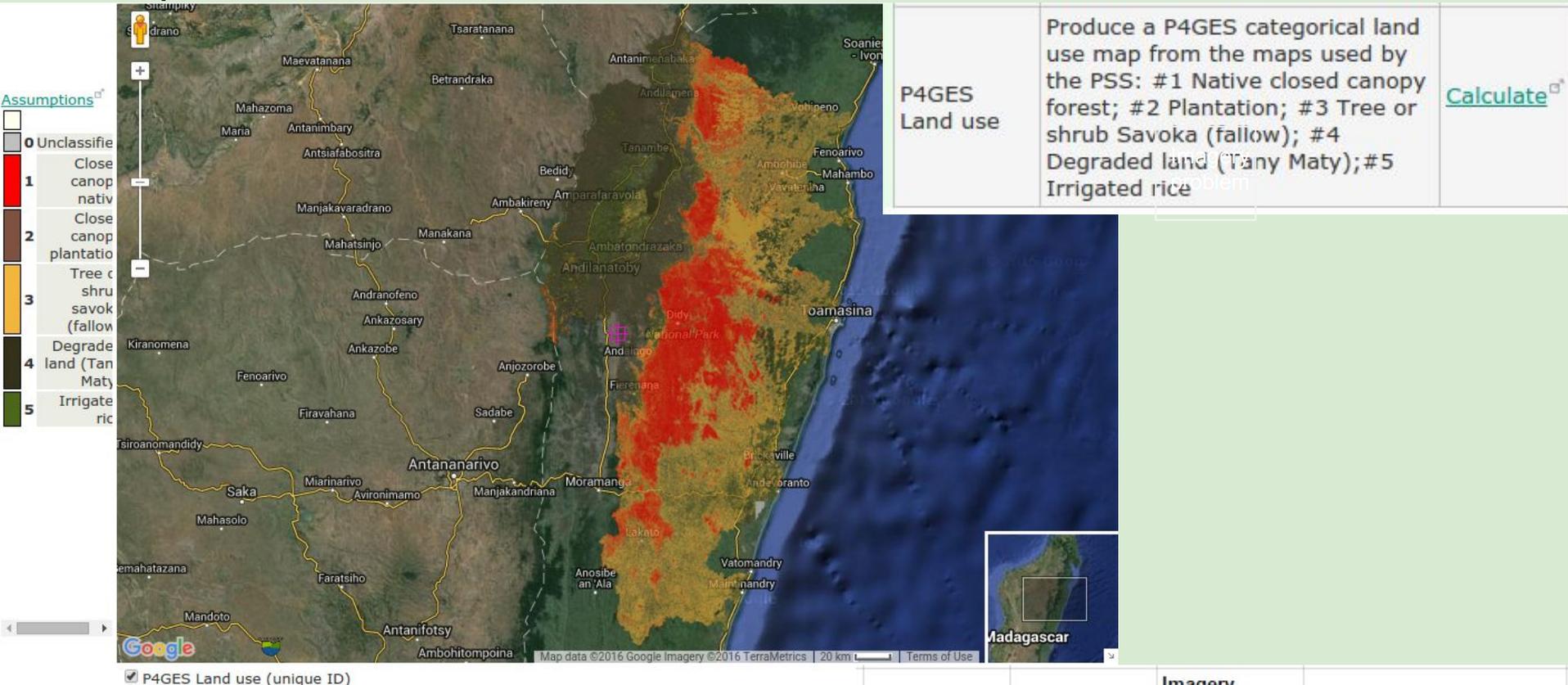


**Fonction de distribution de la population :** distribue la population par pixel selon les dernières lumières nocturnes, l'agriculture, les routes, la pente, la déforestation.



# Un classificateur des utilisations des sols pour P4GES

La gestion et l'occupation des sols sont importantes donc les types d'affectation du sol ( à l'échelle du bassin) établis par P4GES doivent être pris en compte



**Validation avec enquête sur terrain (pas pour reproduire des points mais des proportions régionales:**

Field	Field per-cent of sites	Imagery per-cent of sites	
CC	22	22	
RF	5	3	
TSA	49	53	TSA and SSA are combined in classification
SSA			
TM	24	17	27



**Merci de votre attention**